

**AUSWIRKUNG ZWEIER VERSCHIEDENER
HORMONBEHANDLUNGEN IM FRÜHPUERPERIUM AUF
DEN WEITEREN PUERPERALVERLAUF UND DIE
FRUCHTBARKEIT DES MILCHRINDES**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines

Dr. med. vet.

beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Susan Haß

Aus dem Klinikum Veterinärmedizin, Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und
Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. A. Wehrend

**AUSWIRKUNG ZWEIER VERSCHIEDENER HORMONBEHANDLUNGEN IM
FRÜHPUERPERIUM AUF DEN WEITEREN PUERPERALVERLAUF UND DIE
FRUCHTBARKEIT DES MILCHRINDES**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines

Dr. med. vet.

beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von

Susan Haß

Tierärztin aus Brandenburg

Gießen, 2013

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. Martin Kramer

Gutachter: Prof. Dr. Axel Wehrend
Prof. Dr. Georg Erhardt

Tag der Disputation: 03.12.2013

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	1
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
1 EINLEITUNG	5
2 LITERATURÜBERSICHT	6
2.1 Physiologisches Puerperium	6
2.2 GnRH im Puerperium	14
2.3 Prostaglandin F_{2α} im Puerperium	29
3 MATERIAL UND METHODEN	37
3.1 Versuchsziel	37
3.2 Tiere	37
3.3 Betrieb	37
3.4 Wirkstoffe	40
3.4.1 Dinoprost	40
3.4.2 Gonadorelin	41
3.5 Versuchsaufbau	41
3.6 Kriterien	46
3.7 Methoden	48
3.7.1 Transrektale Untersuchung	48
3.7.1.1 Transrektale Palpation	48
3.7.1.2 Transrektale Sonographie	49
3.7.2 Sonographische Rückenfettdickemessung	50
3.8 Milchleistung	50
3.9 Erkrankungen und Abgänge	51
3.10 Fruchtbarkeitskennziffern	51
3.11 Dokumentation	52
3.12 Statistische Auswertung	53
3.13 Fragestellungen	54
4 ERGEBNISSE	56
4.1 Tierkollektiv	56
4.2 Gynäkologische Befunde zur Untersuchung zwischen dem 11. und 14. Tag post partum	59
4.3 Erkrankungen im Puerperium bis zum 14. Tag post partum	62
4.4 Verlauf des Puerperiums zwischen dem 25. und 31. Tag post partum	63

4.5	Verlauf des Puerperiums zwischen dem 39. und 45. Tag post partum	71
4.6	Verlauf des Puerperiums zwischen dem 54. und 59. Tag post partum	73
4.7	Entwicklung der Reproduktionsorgane bis zur Trächtigkeit	75
4.7.1	Endometritiden	77
4.7.2	Ovarialzystensyndrom	80
4.8	Fruchtbarkeitsleistung	82
4.9	Einfluss der Milchleistung auf die Wirkung der hormonellen Behandlung, den Puerperalverlauf sowie der Fruchtbarkeitsparameter	90
4.10	Einfluss der Körperkondition auf die Wirkung der hormonellen Behandlung, den Puerperalverlauf sowie der Fruchtbarkeitsparameter	90
4.11	Extragenitale Erkrankungen bis zur Konzeption, Abgänge und weiterer Werdegang von nicht tragenden Kühen	91
5	DISKUSSION	93
5.1	Diskussion der Fragestellung	93
5.2	Diskussion der Methodik	94
5.3	Diskussion der Ergebnisse	97
5.3.1	Einfluss von Puerperalstörungen bis zum 14. Tag post partum auf den weiteren Verlauf des Puerperiums und die Fruchtbarkeit	97
5.3.2	Wirkung der Hormontherapie auf Herdenbasis	98
5.3.3	Wirkung der Hormontherapie bei Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag post partum	99
5.3.4	Wirkung der Hormontherapie bei Kühen mit Störungen im Puerperium bis zum 14. Tag post partum	101
5.3.5	Einfluss der Körperkondition und der Milchleistung auf den Erfolg der Hormontherapie	103
5.4	Fazit für die Praxis und offene Fragestellungen	104
6	ZUSAMMENFASSUNG	106
7	SUMMARY	108
8	LITERATURVERZEICHNIS	110

Abkürzungsverzeichnis

a. p.	ante partum
BCS	Body condition score
bes.	besamt
BI	Besamungsindex
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
EBE	Erstbesamungserfolg
et al.	et alii (und andere)
ev.	eventuell
FSH	Follikelstimulierendes Hormon
ggr.	geringgradig
GnRH	Gonadotropin-Releasing-Hormon
GP	gestörtes Puerperium
GT	Genitaltrakt
GZ	Günstzeit
HVL	Hypophysenvorderlappen
i. m.	intramuskulär
i. u.	intrauterin
Inj.	Injektion
insg.	insgesamt
i. v.	intravenös
KR	Konzeptionsrate
LH	Luteinisierendes Hormon
LHRH	Luteinisierendes Hormon Releasing Hormon
LT	Laktationstag
LTR	Landesverband Thüringer Rinderzüchter
MDT	Magen-Darm-Trakt
MHz	Megahertz

ml	Milliliter
mm	Millimeter
µg	Mikrogramm
µl	Mikroliter
MW	Mittelwert
N	Anzahl der Tiere
n. a.	nicht angegeben
NaCl	Natriumchlorid
NGV	Nachgeburtsverhaltung
OT	Ortsteil
p. a.	post applicationem
PG	Prostaglandin
PGF _{2α}	Prostaglandin F _{2α}
PGFM	PGF _{2α} -Metaboliten
PK	Puerperalkontrolle
p. p.	post partum
RFD	Rückenfettdicke
RZ	Rastzeit
s. c.	subkutan
SD	Standardabweichung
St.	Stunde
T	Tag
trag.	tragend
UP	ungestörtes Puerperium

1 Einleitung

Schon in den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts wurde eine Verminderung der Fruchtbarkeitsleistung von Milchkühen beobachtet, welches sich für die Milchviehbetriebe zunehmend als ein wirtschaftliches Problem darstellte. Um dieser Entwicklung zu begegnen, wurden verschiedene Maßnahmen ergriffen. Durch hormonelle Behandlungsstrategien, welche um den Besamungszeitpunkt durchgeführt werden, können mitunter gute Erfolge hinsichtlich der Steigerung der Konzeptionsrate erzielt werden. Auch haben sich Hormonprogramme etabliert, welche nach Ende des Puerperiums eingesetzt werden, um die Ovarfunktion zu beeinflussen und die Ovulation zu stimulieren.

Es hat sich gezeigt, dass peripartale und frühpuerperale Störungen die Rückbildung von Uterus und Cervix und das Wiedereinsetzen der Ovartätigkeit negativ beeinflussen können. Dies wiederum kann zu einer Verminderung der Fruchtbarkeitsleistung führen. Um in diesen Mechanismus einzugreifen, wurden in der Vergangenheit Studien durchgeführt, die den hormonellen Einsatz in den ersten vier Wochen post partum untersuchten. Im Versuchsaufbau wichen die Studien jedoch häufig voneinander ab. Damit ist keine Vergleichbarkeit gegeben. Es wurde unter anderem über eine Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Gabe versucht, die Uterusrückbildung zu fördern und damit die Fruchtbarkeitsleistung zu steigern. In weniger großem Umfang wurden Untersuchungen durchgeführt, welche die Wirksamkeit von Gonadotropin-Releasing-Hormonen auf den Verlauf des Puerperiums und die darauf folgende Fruchtbarkeit prüften. Die vorliegende Untersuchung vergleicht die Anwendung dieser zwei Hormone am Ende der zweiten Woche post partum auf den Puerperalverlauf. Weiterhin ist hier zu klären, ob die Wirkung der Hormone variiert, je nachdem, ob die Kühe vor der Behandlung Störungen aufweisen oder bis zu diesem Zeitpunkt einen ungestörten Puerperalverlauf zeigen.

2 Literaturübersicht

2.1 Physiologisches Puerperium

Der Zeitraum, in dem sich der Reproduktionstrakt nach der Kalbung in seinen ingraviden Zustand zurückbildet, wird in der Literatur unterschiedlich benannt.

Von Olson et al. (1986) wurde dieser Zeitabschnitt als postpartale Phase bezeichnet. Die Untergliederung dieses Zeitraums erfolgte nach dem funktionellen Zustand der Eierstöcke und der Involutionsprozesse am Uterus. Dadurch konnten drei Phasen unterschieden werden. Die erste Phase, puerperale Phase genannt, läuft von der Kalbung bis zum Zeitpunkt der Wiederansprechbarkeit der Hypophyse auf GnRH ab. Das heißt etwa bis zum siebten bis 14. Tag post partum (p. p.). Darauf folgt die mittlere Phase, in der es am Ende zur ersten Ovulation kommt. Die dritte und letzte Phase wurde von Olson et al. (1986) als postovulatorische Phase bezeichnet und beschreibt den Zeitraum zwischen erster Ovulation bis Abschluss der Uterusinvolution etwa zum 45. Tag p. p. bei physiologischem Ablauf.

Weiterhin wird der Begriff des Puerperiums bzw. Gesamtpuerperiums verwendet (Zaremba, 1990). Für diesen Zeitraum wurden vier wesentliche Vorgänge beschrieben. Der Uterus nimmt an Größe ab, abgestorbenes Gewebe wird abgestoßen, es laufen Prozesse der Regeneration und Reparatur ab und die Ovaritätigkeit wird wieder aufgenommen (Eulenberger, 1993a; Gier und Marion, 1968; Schulz und Grunert, 1959). Dabei lässt sich das Gesamtpuerperium zeitlich in drei Phasen einteilen. Das Frühpuerperium beginnt mit dem Abgang der Nachgeburt mit etwa sechs Stunden p. p. und endet am zehnten bis zwölften Tag p. p. (Eulenberger, 1993a; Zaremba, 1990). Die mittlere Phase läuft circa vom zehnten bis 25. Tag p. p. ab. Daraufhin ist mit dem dann folgenden Spätpuerperium, welches den Abschluss aller Regenerations- und Involutionsprozesse darstellt, das Gesamtpuerperium beendet (Eulenberger, 1993a). Die Größenabnahme während der Uterusinvolution gleicht einer logarithmischen Kurve (Gier und Marion, 1968). Sie vollzieht sich am stärksten in den ersten Tagen. In dieser Zeit finden peristaltische Kontraktionen der Uterusmuskulatur statt, welche sich in einem Intervall von drei bis vier Minuten wiederholen (Gier und Marion, 1968). Diese Kontraktionen sind in den Stunden nach der Kalbung bis zum dritten Tag p. p. transrektal palpierbar und elektronisch nachweisbar (Baier und Berchold, 1984, Hanzen, 1982). Frequenz und

Amplitude der Kontraktionen werden stetig schwächer, bis sie nicht mehr nachweisbar sind (Bajcsy et al., 2004).

Am ersten Tag nach der Kalbung hat der Uterus noch ein Gewicht von acht bis zehn Kilogramm (Baier und Berchold, 1984; Gier und Marion, 1968; Hussain und Daniel, 1991; Vanderpassche, 1981). Bis zum vierten bis fünften Tag reduziert sich die Uterusgröße circa um die Hälfte (Baier und Schaez, 1984; Gier und Marion, 1968). Ab dem sechsten bis siebten Tag nach der Kalbung hat der Uterus nur noch ein Drittel der endgraviden Ausgangsgröße und wiegt etwa zweieinhalb Kilogramm (Baier und Berchold, 1984; Vanderpassche, 1981). In den ersten zehn Tagen ist der Uterus bei der transrektalen Untersuchung meist noch nicht abgrenzbar und vorwiegend in der Bauchhöhle zu finden (Eulenberger, 1993b). Laut Zaremba (1990) sollte der Uterus mit Ende des Frühpuerperiums bei transrektaler Untersuchung abgrenzbar sein. Baier und Berchold (1984) legten fest, dass bereits am sechsten Tag p. p. der klinisch gesunde Uterus von transrektal umfassbar sein sollte. Mit dem 16. Tag p. p. hat sich der Uterus zum größten Teil zurückgebildet (Sheldon et al., 2001). Mittels Ultraschall sind nach dem 21. Tag kaum noch signifikante Verminderungen des Uterusdurchmessers festzustellen (Sheldon et al., 2001). Bei physiologischem Verlauf ist zu diesem Zeitpunkt der Uterus unter der Hand versammelbar und vollständig im Becken positioniert (Eulenberger, 1993b). Bis zum 20. bis 21. Tag p. p. bei Erstgebärenden und bis zum 25. bis 30. Tag bei Pluripara hat der Uterus wieder die Größe erreicht, die bei transrektaler Untersuchung nicht mehr von einem ingraviden Uterus zu unterscheiden ist (Arbeiter, 1973; Baier und Berchold, 1984; Bostedt und Maurer, 1990; Eulenberger, 1993a; Grunert, 1983; Hussain, 2003; Zaremba, 1990). Der Uterus wiegt zu diesem Zeitpunkt etwa 600 bis 1000 Gramm (Baier und Berchold, 1984; Gier und Marion, 1968; Vanderpassche, 1981). Damit wird das Ende des klinischen Puerperiums erreicht. Ultrasonographisch ist erkennbar, dass um den 38. bis 40. Tag p. p. die Uterusrückbildung abgeschlossen ist (Grunert, 1993a; Okano und Tomizuka, 1986). Kamimura et al. (1993) beobachtete ab dem $41,5 \pm 5,8$ Tag p. p. sonographisch keine Verkleinerung des Uterus mehr. Bei El-Din Zain (1995) ist per Ultraschall bei Primipara das Ende der Uterusinvolution mit 31 Tagen p. p. früher festgelegt als bei Pluripara mit 34 bis 36 Tagen.

Das Ende der vollständigen Uterusinvolution wird in der Literatur unterschiedlich festgelegt und variiert zwischen 25 und 52 Tagen p. p. (Hussain und Daniel, 1991;

Noakes, 2009). Lindell et al. (1982) haben eine Spanne von 16 bis 53 Tagen p. p. angegeben, innerhalb welcher die Uterusinvolution für abgeschlossen betrachtet wird. Bis zum 50. Tag p. p. hat laut Gier und Marion (1968) der Uterus ein Gewicht von etwa 750 g erreicht und alle Involutionsprozesse sind abgeschlossen. In der Untersuchung von Baier und Berchold (1984) war die gesamte Uterusinvolution bei Primiparen mit 42 Tagen p. p. und bei Pluriparen mit 50 Tagen p. p. abgeschlossen. Zaremba (1990) legt den Zeitraum um den 42. Tag p. p. fest, an dem alle morphologischen und funktionellen Rückbildungsprozesse abgeschlossen sind. Olson et al. (1986) legten dafür die Tage um den 45. Tag p. p. fest.

Die Rückbildung der Zervix kann in vier Phasen eingeteilt werden (Wehrend et al., 2003). Die erste Phase umfasst die ersten sechs Stunden p. p., in denen es zu einem schnellen Rückbildungsprozess kommt, welche sich in der zweiten Phase bis zum zweiten Tag fortsetzt. In den ersten zwölf Stunden p. p. vollzieht sich die Zervixinvolution am stärksten (Hussain, 2003). Der Zervikalkanal ist dann gerade noch mit einer Hand passierbar (Baier und Berchold, 1984; Hussain und Daniel, 1991; Noakes, 2003). Der Zervixdurchmesser liegt nun bei etwa 15 cm (Gier und Marion, 1968). Bis Ende des ersten Tages nach der Kalbung verringert sich der Zervixdurchmesser um 50 % (Hussain, 2003). Am zweiten Tag ist der Zervixkanal mit zwei bis drei Fingern passierbar (Baier und Berchold, 1984). Mit der dritten Phase ab dem dritten bis circa zum siebenten Tag p. p. formieren sich die Zervixquerfalten mit ständiger Verkleinerung der Zervix (Wehrend et al., 2003). Dabei schließt sich der Zervikalkanal von cranial nach caudal (Bostedt et al., 1979). Laut Hussain (2003) ist mit Ende des dritten Tages die Formierung der Zervixquerfalten abgeschlossen. Mit 48 bis 96 Stunden p. p. ist die Zervix nur noch mit ein bis drei Fingern passierbar (Bostedt et al., 1979; Noakes, 2009). In dieser Phase ist bei vaginoskopischer Untersuchung erkennbar, dass ein hellgelber bis weißlicher Schleimpfropf die Portio umgibt, der ein normal ablaufendes Puerperium vortäuschen kann, auch wenn eventuell der Uterus noch restliche Secundinae oder vermehrt Lochialsekret enthält (Bostedt et al., 1979). In der vierten Phase nach dem siebten Tag p. p., gegen Ende des Frühpuerperiums, erweitert sich der Zervikalkanal und der Uterus entleert sich endgültig (Wehrend et al., 2003). In den Untersuchungen von Bostedt et al. (1979) wurde beschrieben, dass sich der Zervikalkanal noch einmal etwa um den 10. bis 12. Tag p. p. öffnet. Mit etwa 14 Tagen p. p. schließt sich der innere Muttermund endgültig (Baier und Berchold, 1984). In der dritten Woche p. p. sollte bei

physiologischem Puerperium der Durchmesser der Zervix bei Erstgebärenden unter 55 mm und bei Pluriparen unter 60 mm betragen (Oltenacu et al., 1983).

Die Zervix- und Uterusinvolution laufen nicht unbedingt gleichschnell ab, das heißt eine Involutionsstörung des Uterus muss keine Störung der Rückbildung der Zervix bedeuten und umgekehrt (Wehrend und Bostedt, 2004). Die Zervix- und Uterusinvolution ist unter anderem beeinflusst von der Parität. Je mehr Geburten eine Kuh hatte, desto länger dauert der Involutionsprozess (Oltenacu, 1983). Weiterhin können die weichen Geburtswege durch eine Traumatisierung bei Fetotomien beeinträchtigt werden. Je länger die Geburtsdauer, desto stärker ist die Traumatisierung und damit die Dauer des zervikalen Rückbildungsprozesses (Wehrend et al., 2002).

Andere Einflussfaktoren, welche hemmend auf die Involution des Geschlechtstraktes wirken können, sind Dystokien, Zwillingsgeburten und peripartal auftretende Erkrankungen wie Gebärparesen, Mastitiden, Ketosen und Endometritiden (Bostedt, 1979; Bostedt et al. 1979; Bostedt und Maurer, 1990; El-Din Zain et al., 1995; Fonseca et al., 1983; Hussain und Daniel, 1991; Kindahl et al., 1982; Kindahl et al., 1999; Kiracofe, 1980; Lindell et al., 1982; Oltenacu et al., 1983). Fonseca et al. (1983) haben beobachtet, dass Kühe mit hoher Milchleistung eine schnellere Uterusinvolution zeigten als Kühe mit niedriger Milchleistung. Auch Klima, Lichteinfluss und Jahreszeit können Einfluss nehmen (El-Din Zain et al., 1995; Noakes, 2009; Thatcher und Collier, 1986). Durch hohe Temperaturen kann es zu Hitzestress kommen, welcher die Uterusinvolution hemmt (Noakes, 2009). Andererseits konnte im Frühling und Sommer eine schnellere Involution des Uterus beobachtet werden als in den Herbst- und Wintermonaten (Buch et al., 1955; El-Din Zain et al., 1995). Thatcher und Collier (1986) konnten eine schnellere Uterusinvolution bei Tieren nachweisen, welche ohne schattenspendende Vorrichtungen gehalten wurden, verglichen mit Tieren mit Schattenplätzen. Außerdem wirken Saug- und Melkvorgang positiv auf die Kontraktionen des Uterus und somit die Uterusinvolution (Baier und Berchold, 1984). Eine verlängerte postpartale Ausschüttung von uterinem $\text{PGF}_{2\alpha}$ ruft eine beschleunigte Uterusinvolution hervor; was durch eine Tonuserhöhung der Uterusmuskulatur begründet ist (Lindell et al., 1982).

Die direkt nach Nachgeburtsabgang abfließenden Lochien bestehen aus Fruchtwasser, seröser Flüssigkeit, Teile der Fruchthüllen, Blut aus placentaren Gefäßen, später auch aus Zelldetritus von abgestorbenem Gewebe, abgestoßenen Karunkeln und Abwehrzellen. Sie sind in den ersten Tagen rotbraun und wässrig, ab dem neunten Tag p. p. schleimig und meist rotbraun-gelblich bis schokoladenbraun mit Blut durchsetzt (Baier und Berchold, 1984; Grunert, 1993a; Noakes, 2009). Die Lochien sind bei physiologischem Puerperium von neutralem Geruch bis geruchlos (Baier und Berchold, 1984; Eulenberger, 1993b).

Unter Östrogeneinfluss placentaren Ursprungs ist der Gebärmuttermund noch etwa bis zum vierten Tag nach der Kalbung gerade soweit geöffnet, dass die Lochien abfließen können (Eulenberger, 1993a). Ab dem zweiten bis dritten Tag wird der Lochialfluss weniger und fließt erst wieder am Ende des Frühpuerperiums mit zehn bis zwölf Tagen p. p. stärker ab (Bostedt et al. 1979). Die abgehende Ausflussmenge variiert individuell sehr stark zwischen 50 bis 2000 Milliliter am Tag (Grunert, 1993a). Das sind kurz nach der Kalbung täglich 1000 bis 2000 Milliliter bei Pluripara und circa 500 Milliliter bei Primipara. Wobei letztere auch keinen Ausfluss haben können, weil die Lochien vollständig resorbiert werden können (Noakes, 2009). Vor allem im Liegen, aber auch beim Kot- und Harnabsetzen fließen Lochialsekret ab (Bostedt, 2003a). Der Lochialfluss sistiert mit etwa 14 bis 18 Tagen p. p. (Arbeiter, 1973; Noakes, 2009). Circa bis zum 15. bis 18. Tag p. p. ist Lochialflüssigkeit noch mittels transrektaler Ultraschalluntersuchung im Uterus nachweisbar. Sie stellt sich hier schneegestöberartig dar (Kähn, 1991; Kamimura et al., 1993). Bis Ende der dritten Woche p. p. kann noch wenig Schleim abgehen, dieser sollte nahezu glasklar sein oder nur sehr wenige Eiterflocken enthalten (Bostedt, 2003a).

Die ersten Reparationsvorgänge auf zellulärer Ebene beginnen direkt nach der Kalbung (Gier und Marion, 1968). Hier beginnt bereits die Reepithelisierung der Interkarunkularflächen und der wenig beschädigten Areale am Uterusgewebe. Sie ist etwa mit dem achten Tag p. p. abgeschlossen (Gier und Marion, 1968). Die Regeneration der Karunkeln benötigt längere Zeit. In den ersten 48 Stunden laufen überwiegend Nekroseprozesse im Karunkelstroma ab.

Die Karunkelgefäße ziehen sich bis zum Verschluss der Gefäße innerhalb der ersten zwei Tage zusammen. Danach kommt es zur Leukozyteninfiltration (Gier und Marion, 1968). Bis zum zehnten bis 14. Tag p. p. wird abgestorbenes Karunkelgewebe abgestoßen (Gier und Marion, 1968). Dieses verflüssigt sich und geht mit dem

Lochialfluss ab (Wagner und Hansel, 1969). Zurück bleiben Gefäßstümpfe auf dem freigelegten Stratum compactum der Karunkeln. Ab dem 19. Tag p. p. ist die Karunkeloberfläche wieder glatt. Die Reepithelisierung findet mit etwa 42 Tagen p. p. bei Primipara und mit 50 Tagen p. p. bei Pluripara ihren Abschluss (Baier und Berchold, 1984). Damit sind alle Umbau- und Regenerationsprozesse zwischen dem 50. und 60. Tag p. p. vollendet (Grunert, 1993a).

Direkt nach der Kalbung haben die Karunkeln eine durchschnittliche Länge von 70 Millimeter, eine Breite von 35 Millimeter und eine Dicke von 25 Millimeter. Gegen Ende des Puerperiums mit 40 bis 60 Tagen p. p. kann ein Durchmesser von etwa vier bis acht Millimeter und eine Höhe von vier bis sechs Millimeter gemessen werden (Gier und Marion, 1968). Pluripare Kühe haben etwas größere Karunkeln als Primipara und ihre Karunkeln sind teilweise mit Melatonin pigmentiert (Noakes, 2009). Durch die Gefäßsklerosierung, welche vor allem die Arteriolen der Uterusmukosa betrifft, kann sich der Uterus nicht mehr vollständig in seinen ursprünglichen Zustand zurückbilden, wodurch es nicht zu einer Restitutio ad integrum des Uterusgewebes kommen kann (Grunert, 1993a).

Die Ovartätigkeit wird nicht sofort nach der Kalbung wieder aufgenommen. Eine durch endogenes $\text{PGF}_{2\alpha}$ ausgelöste Luteolyse führt ein bis zwei Tage a. p. zum Abfall des Progesteronspiegels auf seinen Basalwert (Hoffmann, 1993). Bis zum siebten Tag p. p. degeneriert dieser Gelbkörper (Wagner und Hansel, 1969). Vom Hypothalamus wird schon direkt nach der Kalbung Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) ausgeschüttet. Doch es bewirkt noch keine adäquate Ausschüttung des luteinisierenden Hormons (LH) und des Follikelstimulierenden Hormons (FSH), um die Ovartätigkeit in Gang zu setzen (Peters und Lamming, 1986). Das Hypothalamus-Hypophysensystem ist in seiner Reaktionsbereitschaft kurz vor der Kalbung noch eingeschränkt (Hoffmann, 1993). Ab dem vierten Tag p. p. setzt eine pulsatile Ausschüttung von LH aus der Hypophyse ein (Schallenberger et al., 1982). Parallel dazu steigt die Konzentration von FSH. Daraufhin ist der erste dominante Follikel der ersten Follikelreifungswelle nachweisbar (Savio et al., 1990a). Damit steigt auch der Östradiolspiegel im Blut (Sheldon et al., 2002a; Sheldon et al., 2002b). Dieser bewirkt einen positiven Rückkopplungsmechanismus mit Stimulierung der FSH-Sekretion in der Hypophyse (Peters und Lamming, 1986). Der erste Ovarialzyklus durchläuft zwei bis drei Follikelreifungswellen, bevor es zur Ovulation kommt (Hussain, 2003). Der dominante Follikel der ersten Follikelreifungswelle

erreicht zwischen dem neunten und 11. Tag p. p. seine maximale Größe (Hussain, 2003; Murphy et al., 1990). Der erste dominante Follikel kann ovulieren, persistiert zu einer Zyste oder es kommt zur Atresie (Hussain, 2003; Roche, 2006; Savio et al., 1990b; Sheldon et al., 2002b). Die erste Ovulation findet frühestens am zehnten Tag statt (Baier und Berchold, 1984). Um den 14. Tag p. p. läuft die erste Ovulation am häufigsten ab (Wagner und Hansel, 1969). Laut Eulenberger (1993a) findet bei etwa 30 % aller Kühe die erste Ovulation vor dem 15. Tag p. p. statt, bei 30 % zwischen dem 15. und 20. Tag p. p. und bei dem Rest der Kühe nach dem 20. Tag p. p.. Ovulationen nach dem 20. Tag p. p. sind mit Störungen der Uterusinvolution assoziiert (Eulenberger, 1993a). In einer Studie von Hussain (2003) ist es bis zum 25. Tag p. p. nur bei 33 % der Kühe zum ersten Progesteronanstieg gekommen, bei weiteren 40 % zwischen dem 25. bis 28. Tag p. p. und bei den übrigen 27 % erst zwischen dem 42. und 45. Tag p. p.. Bei den Untersuchungen von Gautam et al. (2010) wurde beobachtet, dass die erste Ovulation bei etwa 38 % der Kühe bis zum 21. Tag p. p. stattfindet, bei etwa 27 % der Kühe zwischen dem 21. und 35. Tag p. p. und bei etwa 35 % erst nach dem 35. Tag p. p.. Ein gestörter Zyklus liegt bei Kühen vor, bei denen die erste Ovulation nach dem 35. Tag p. p. abläuft (Gautam et al., 2010a). Laut El-Din Zain (1995) wird von einem pathologisch verspäteten Einsetzen des Zyklus gesprochen, wenn die erste Ovulation nach dem 30. Tag p. p. einsetzt. Shestra et al. (2004) setzten diese Grenze schon mit dem 20. Tag p. p.. Bei Einsetzen des Zyklus nach dem 20. Tag p. p. wird demnach von einem gestörtem Zyklus geredet. In seiner Studie wiesen zwei Drittel der Kühe einen verspätet einsetzenden Zyklus auf. Bei diesen Kühen wurden vermehrt pathologischer Vaginalausfluss sowie eine gestörte Uterusinvolution festgestellt (Shestra et al., 2004). Folge ist eine Beeinträchtigung der Fertilitätsleistung (Gautam et al., 2010). Die Heranbildung des dominanten Follikels mit folgender Ovulation hängt von der FSH-Ausschüttung, einer ausreichenden LH-Pulsfrequenz und der Konzentration vom Insulin-like-Growth-Factor-I (IGF-I) ab (Roche, 2006; Webb et al., 2004). Es wurde festgestellt, dass die erste Ovulation überwiegend auf dem kontralateralen Ovar des ehemals graviden Uterushorns abläuft (Bridges et al., 2000; Nation et al., 1999; Sheldon et al., 2000).

Die erste Ovulation findet weitgehend ohne Brunstsymptome statt (Arbeiter, 1973; Baier und Berchold, 1984; Eulenberger, 1993a; Knickerbocker et al., 1986; Kyle et al., 1992; Noakes, 2009; Wagner und Hansel, 1969). Grund dafür ist der fehlende

Einfluss des Progesterons der letzten Gelbkörperphase auf das Zentralnervensystem. Dieses benötigt Progesteron, um Brunstsymptome auszulösen (Noakes, 2009). Die erste Gelbkörperphase ist in den meisten Fällen verkürzt (Grunert, 1993a; Kindahl et al., 1999; Kyle et al., 1992; Schams et al., 1978). Es können jedoch auch physiologische bis verlängerte Gelbkörperphasen vorkommen, wenn der dominante Follikel der ersten Follikelreifungswelle vor dem zehnten Tag p. p. nachweisbar ist (Savio et al., 1990a). Zwischen dem zehnten und 20. Tag p. p. nachgewiesene dominante Follikel mit folgender Ovulation folgen laut Savio et al. (1990a) Gelbkörperphasen variabler Länge. Nach dem 20. Tag p. p. nachgewiesene erste dominante Follikel haben verkürzte Gelbkörperphasen zur Folge. Der erste Gelbkörper ist meist kleiner als diejenigen der folgenden Zyklen (Kamimura et al., 1993).

Die Dauer der postpartalen Azyklie ist von vielen Faktoren abhängig. Peri- und postpartale Erkrankungen sind Hindernisse zur Aufnahme eines normalen Zyklus (Noakes, 2009). Somit wirkt sich eine verzögerte Uterusinvolution auf das Wiedereinsetzen der Brunst aus (Hussain und Daniel, 1991). Eine Fütterung mit starkem Energiedefizit bzw. ein Defizit an verdaulichen Nährstoffen, führt zum verspäteten Einsetzen der Ovaraktivität (El-Din Zain et al., 1995). Dies kann mitunter durch eine bei unterernährten Kühen in der postpartalen Periode nachgewiesene verminderte LH-Ausschüttung zu Grunde liegen (Terqui et al., 1982). Bei schlechter Trockenmasseaufnahme kommt es außerdem zu einer niedrigen IGF-I-Konzentration im Blut. Diese ist mit einem erhöhten Körpergewichtsverlust und einer verringerten Ovaraktivität und damit verspätete erste Gelbkörperphase assoziiert (Patton et al., 2007). IGF-I fördert die Ansprechbarkeit der Granulosazellen in den Antralfollikeln auf FSH (Webb et al., 2004). Kühe mit höherer Trockenmasseaufnahme und damit besserer Körperkondition zeigen eine bessere Fruchtbarkeit (Patton et al., 2007). Je nach Rasse und Nutzungsart variiert die Dauer der postpartalen Azyklie. Bei Fleischrindern setzt die Ovaraktivität später ein als bei Milchrindern (Terqui et al., 1982). Nichtsäugende Kühe haben eine frühere erste Ovulation und einen ersten Östrus mit sichtbaren Brunstsymptomen als säugende Kühe (Henaoui et al., 2000; Knickerbocker et al., 1986; Terqui et al., 1982). Weiterhin nimmt die Parität einen Einfluss. Der Zyklus bei Erstgebärenden setzt später ein als bei mehrkalbenden Kühen (Sharpe et al., 1986). Saisonale Unterschiede sind ebenfalls zu beobachten. In den Sommer- und Herbstmonaten sind die ersten Brunstsymptome sowie die erste

Follikelreifung früher beobachtet worden als in den Winter- sowie Frühlingsmonaten (Buch et al., 1955; Peters und Riley, 1982). Im Juni konnten im Durchschnitt größere Follikel gefunden werden als im April oder Mai (Bridges et al., 2000). Durch Simulierung eines Zustandes mit kurzer Tageslichteinwirkung wurde in der Studie von Sharpe et al. (1986) Melatonin verabreicht und es konnte dadurch eine Verspätung der ersten Ovulation und somit eine Verlängerung der Azyklie hervorgerufen werden.

Weiterhin kann die Haltungsform eine Rolle spielen. Bei Rindern in Anbindehaltung setzt laut Terqui et al. (1982) der Ovarialzyklus später ein als bei Rindern in Laufstallhaltung.

2.2 GnRH im Puerperium

Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH), auch Gonadorelin oder Luteinisierendes Hormon-Releasing-Hormon (LHRH) genannt, ist ein basisches Dekapeptid, welches im Hypothalamus synthetisiert wird (Aurich, 2002; Schömig et al., 2007). Nach Freisetzung aus dem Hypothalamus bewirkt es im Hypophysenvorderlappen (HVL) die Synthese und Sekretion der Gonadotropine Luteinisierendes Hormon (LH) und Follikelstimulierendes Hormon (FSH). Diese Hormone fördern die Follikelreifung und Ovulation im Ovar.

Der positive Effekt durch den Einsatz von exogenem GnRH im Puerperium auf die Fruchtbarkeit wird kontrovers diskutiert. Aufgrund von teils starken Differenzen in Versuchsablauf, Dosierung, Applikationsart und Art des Wirkstoffes kommen die durchgeführten Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen und Interpretationen (Tabellen 1 und 2). Dies führt zu einer schlechten Vergleichbarkeit der Studien (Heuwieser et al., 1990; Leslie, 1983).

Bei Applikationen von GnRH bis zum sechsten Tag post partum (p. p.) ist nur eine sehr geringe LH-Ausschüttung erkennbar (Fernandes et al., 1978; Kesler et al., 1978; Seidel, 2007). Bei Tieren mit Dystokien ist sogar bis zum neunten Tag p. p. nach Applikation von GnRH ein nur mäßiger Anstieg von LH messbar, bei Kühen ohne Dystokie bereits ab dem siebenten Tag p. p. (Seidel, 2007). Foster et al. (1980) konnten einen signifikanten LH-Anstieg nach GnRH-Gabe ab dem vierten Tag p. p. erreichen. Jedoch war dieser Anstieg bei Applikation am vierten oder fünften Tag p. p. signifikant geringer als bei Applikation ab dem siebenten Tag p. p.. Diese LH-

Serumkonzentration erreicht zwei Stunden nach Injektion ihr Maximum (Bosu et al., 1988; Britt et al., 1974; Fernandes, 1978; Gümen und Seguin, 2003). In den darauf folgenden vier bis sechs Stunden sinkt sie allmählich wieder ab (Gümen und Seguin, 2003). Durch die Stimulation der LH-Sekretion setzt der erste Progesteronanstieg signifikant früher ein als ohne GnRH- Applikation (Peters und Riley, 1982). Es läuft somit mittels exogenem GnRH die erste Ovulation mit anschließender Gelbkörperphase früher ab als bei Kontrolltieren (Aboul- Ela und El-Keraby, 1986; Bosu et al., 1988; Britt et al., 1974; Hemeida et al., 1986; Janowsky et al., 2001). In der Studie von Gümen und Seguin (2003) wurden in einem Versuch 25 pluripare Kühe zwischen dem 14. und 19. Tag p. p. entweder mit GnRH, mit PGF_{2α} oder mit einer 0,9 %-igen Natriumchlorid-Lösung intramuskulär behandelt. Vor der Applikation und eine, zwei, vier, zwölf und 24 Stunden nach der Injektion und danach alle drei Tage bis 24 Tage später wurde eine Blutprobe zur Messung des LH- und Progesteronspiegels genommen. Dabei konnte herausgestellt werden, dass ausschließlich nach GnRH-Applikation ein Anstieg des LH in den ersten Stunden post applicationem stattfand. Weiterhin hatten durch eine GnRH-Gabe sechs von acht Kühen einen Progesteronwert über 2 ng/ml, wodurch man davon ausgeht, dass bei diesen Tieren eine Ovulation stattgefunden hat. In der PGF_{2α}-Gruppe kam es bei zwei von zehn Kühen zur Ovulation und in der Kontrollgruppe nur bei einer von sieben Kühen. Damit ist die Ovulationsrate durch GnRH-Gabe signifikant höher als nach PGF_{2α}-Gabe oder in der Kontrolle. Das Intervall bis zur ersten Gelbkörperphase beträgt nach GnRH-Gabe $13,9 \pm 2,6$ Tage, nach PG-Gabe $28,2 \pm 4,1$ Tage und in der Kontrollgruppe $22,3 \pm 4,1$ Tage. Gümen und Seguin (2003) verglichen in einem zweiten Versuch die Wirkung von zwei verschiedenen Applikationsarten von GnRH miteinander. Die Applikation fand 14 Tage nach der Kalbung statt und wurde an 39 Tieren durchgeführt. Dabei wurden in der ersten Gruppe den Kühen 100 µg GnRH intramuskulär appliziert. Der zweiten Gruppe wurde ein subkutanes Implantat injiziert, welches 100 µg GnRH enthielt und die dritte Gruppe blieb als Kontrollgruppe unbehandelt. Vor der Applikation sowie zwei, vier und sechs Stunden nach der Applikation wurde zur LH-Messung Blut entnommen. Weiterhin wurde zur Messung des Progesteronspiegels direkt vor sowie sieben und 14 Tage nach der GnRH-Applikation Blutproben entnommen. Hierbei konnte herausgestellt werden, dass die subkutane wie auch die intramuskuläre Applikation eine ähnliche Wirkung bezüglich des LH-Anstieges und der Ovulationsrate erzielten (Gümen und Seguin, 2003). Zwei

Stunden nach der Injektion wurde ein deutlicher Anstieg der LH-Ausschüttung beobachtet, welche bei intramuskulärer Applikation vier Stunden und bei den Kühen mit subkutanem GnRH-Implantat nach sechs Stunden post applicationem absank (Gümen und Seguin, 2003). Nohner et al. (1989) stellten durch eine GnRH-Gabe am 11. bis 17. Tag p. p. bei signifikant mehr Kühen eine Steigerung des Milchprogesteronspiegels und damit eine Zyklusinduktion heraus als bei Kontrolltieren, welchen eine Kochsalzlösung appliziert wurde.

In der sich an die Ovulation anschließenden Gelbkörperphase wird nach GnRH-Applikation ein höherer Progesteronspiegel gemessen als bei Kontrolltieren (Etherington et al., 1985).

Weiterhin können durch GnRH-Gabe mehr Ovulationen in den ersten drei Monaten nach der Kalbung beobachtet werden als bei unbehandelten Kühen (Britt et al., 1974; Hemeida et al., 1986). In der Studie von Benmrad und Stevenson (1986) fanden bei allen 18 Tieren, welche am 14. bis 19. Tag p. p. mit GnRH und zehn Tage später mit PGF_{2α} behandelt wurden, drei oder mehr Ovulationen bis zur ersten Besamung statt. Dies ist jedoch statistisch nicht signifikant. Durch die Gonadotropin-Releasing-Hormon-Gabe ist es bei 83 % der Kühe zu mehr als drei Ovulationen bis zur Besamung gekommen verglichen mit 57 % bei Kühen, welche mit Natrium-Chlorid-Lösung behandelt wurden. Boiti et al. (1982) stellten heraus, dass verglichen zu Kontrolltieren mithilfe einer GnRH-Gabe am 14. Tag p. p. mehr Ovulationen bis zum 85. Laktationstag beobachtet werden konnten. In der Studie von Kesler et al. (1980) wurden acht Kühe mit 250 µg GnRH und weitere acht Kühe als Kontrolltiere mit einer 0,9 %-igen Kochsalzlösung am 27. bis 29. Tag p. p. behandelt. Bei vier der acht Kühe, welche GnRH appliziert bekamen, wurden innerhalb einer Woche nach Hormonbehandlung ein Anstieg des Progesteronspiegels und damit eine erfolgte Ovulation nachgewiesen. Dagegen zeigte kein Tier der Kontrollgruppe eine Erhöhung des Progesteronspiegels innerhalb dieser Zeit (Kesler et al., 1980). Bei Tieren, deren erste Ovulation nach dem 15. Tag p. p. festgestellt wurde, konnte die Anzahl der Ovulationen im Zeitraum zwischen Kalbung und 60. Laktationstag erhöht werden (Peter und Bosu, 1988). Nach einer GnRH-Applikation am 15. Tag p. p. sind verglichen zu Kontrolltieren bei sieben von acht Tieren mehr als drei Ovulationen beobachtet worden, wohingegen bei allen 14 Tieren der Kontrollgruppe nur zwei Ovulationen bis zum 60. Laktationstag festgestellt wurden (Peter und Bosu, 1988).

Der Zeitpunkt der ersten beobachtbaren Brunst kann mit Hilfe einer GnRH-Behandlung vorgezogen werden (Aboul-Ela und El-Keraby, 1986; Bostedt et al., 1980; Janowsky et al., 2001; Stevenson und Call, 1988). Eine einmalige Gabe von 100 µg GnRH am siebenten oder 15. Tag p. p. bewirkte in der Untersuchung von Aboul-Ela und El-Keraby (1986) verglichen mit unbehandelten Kühen eine Verkürzung der Zeit von der Kalbung bis zur ersten Brunst von $48,3 \pm 4,68$ Tage auf $29,0 \pm 2,6$ Tage. In der Studie von Bostedt et al. (1980) konnte mittels einer Gabe des GnRH-Analogons Buserelin im Vergleich zu Kontrolltieren die Zeit zwischen Kalbung und erster Brunst um zehn Tage verkürzt werden. Dabei wurden am zehnten bis zwölften Tag p. p. Kühe behandelt, welche vorberichtlich nach der Kalbung eine Nachgeburtsverhaltung entwickelt hatten (Bostedt et al., 1980). Bei einer am 11. bis 17. Tag p. p. durchgeführten Gabe von GnRH an Tieren, welche ein gestörtes Puerperium mit Nachgeburtsverhaltung, Ovarialzysten, verlängerten postpartalen Anöstrus oder Vaginalausfluss zeigten, konnte die Zeit zwischen Kalbung und erster Brunst von durchschnittlich 77 Tagen auf 65 Tage verkürzt werden (Stevenson und Call, 1988). Bei gesunden Tieren hatten Stevenson und Call (1988) dagegen keinen Effekt von GnRH auf den Brunsteintritt beobachten können. Janowsky et al. (2001) konnte die Zeit von der Kalbung bis zur ersten Brunst zwar von $55,8 \pm 15,2$ Tagen bei Kontrolltieren auf $50,6 \pm 12,7$ Tagen bei behandelten Tieren verkürzen, doch war dieses Ergebnis nicht statistisch signifikant. Hier wurden Kühe, welche aufgrund einer Endometritis puerperalis erkrankten, am zehnten bis zwölften Tag p. p. mit Buserelin und zehn Tage später mit dem Prostaglandin-Analogon Cloprostenol behandelt (Janowsky et al., 2001). Es kann jedoch auch eine Verzögerung oder gar keine Verschiebung der ersten Brunst durch GnRH-Gabe eintreten (Etherington et al., 1995; Kesler et al., 1980).

Weiterhin kann durch eine GnRH-Gabe in der zweiten bis dritten Woche post partum die nachfolgende Uterusinvolution beschleunigt werden (Kiracofe, 1980). Mit einer Gabe von 100 µg GnRH am siebenten oder 15. Tag p. p. konnte das Ende der Uterusinvolution von $31,5 + 2,96$ Tagen p. p. bei Kontrolltieren auf $25,5 + 2,09$ Tagen p. p. gesenkt werden (Aboul-Ela und El-Keraby, 1986). Die Gabe von GnRH am zehnten bis zwölften Tag p. p. wirkt sich insgesamt positiv auf Uterus- und Zervixinvolution aus (Bostedt et al., 1980; Bostedt und Maurer, 1982; Bostedt und Maurer, 1990). Bei Kühen mit einer Schweregeburt lief die Uterusinvolution schneller ab als bei Kontrolltieren (Bostedt und Maurer, 1982; Bostedt und Maurer, 1990). Bei

Tieren ohne Schweregeburt oder mit oder ohne Nachgeburtsverhaltung nach der Kalbung war dieser Effekt ebenfalls erkennbar, doch statistisch nicht signifikant (Bostedt und Maurer, 1982; Bostedt und Maurer, 1990). Es wurde beobachtet, dass sich bei Kühen mit vorberichtlicher Nachgeburtsverhaltung zwischen dem 20. und 42. Tag p. p. die Verkleinerung des rektal geschätzten Zervixdurchmessers signifikant schneller vollzog als bei Kontrolltieren (Bostedt et al., 1980). Dies wurde ebenfalls bei Kühen mit Dystokien sowie bei Tieren mit normal ablaufender Kalbung beobachtet (Bostedt und Maurer, 1990). An puerperaler Endometritis erkrankte Kühe hatten zum 42. Tag p. p., welche mit GnRH am zehnten bis zwölften Tag p. p. behandelt wurden, zu 93,3 % eine abgeschlossene Uterusinvolution und Kontrolltiere zu 82,5 % (Janowsky et al., 2001).

Mit Einsetzen eines GnRH-Implantates am ersten bis dritten Tag p. p. konnte eine Beschleunigung der Uterus- und Zervixinvolution sowie eine Steigerung des Uterustonus bewirkt werden (Silvestre et al., 2009a; Silvestre et al., 2009b). Dabei wurde als Wirkstoff das GnRH-Analogon Deslorelin subkutan eingesetzt (Silvestre et al., 2009a; Silvestre et al., 2009b). In der Studie von Silvestre et al. (2009a) wurde der Versuchsgruppe zwischen dem ersten und dritten Tag p. p. ein Deslorilin-Implantat eingesetzt. Am neunten Tag p. p. bekamen diese Kühe sowie die Kontrollkühe 25 mg Dinoprost injiziert. Der rektal palpierbare Durchmesser beider Uterushörner sowie der Zervix von behandelten Kühen war in beiden Versuchen im Zeitraum zwischen dem 16. und 37. Tag p. p. insgesamt kleiner als bei Kontrolltieren. Das durch GnRH bewirkte frühere Wiedereinsetzen der Ovarfunktion unterstützt die Selbstheilung von Uterusinfektionen. Dies ist bedingt durch die während der Follikelreifung gebildeten Östrogene. Es kommt so häufiger zu Spontanheilungen (Hemeida et al., 1986). Entzündungsreaktionen und eitriger Vaginalausfluss wurden bei der vaginoskopischen Untersuchung am 16., 23., 30. und 37. Tag p. p. seltener bei GnRH implantierten Kühen beobachtet (Silvestre et al., 2009a). Weiterhin konnte die Zysteninzidenz nach einer GnRH-Gabe am zehnten bis zwölften Tag p. p. verringert werden (Bostedt und Maurer, 1982; Bostedt und Maurer, 1990). Zu berücksichtigen ist, dass endotoxinbildende Erreger, welche im Rahmen von uterinen Infektionen eine große Rolle spielen, eine Hemmung der Wirkung von exogenem GnRH auf die Hypophyse induzieren können. Unter Endotoxinwirkung ist ein schwächerer Anstieg der LH-Serumkonzentration nach GnRH-Applikation zu verzeichnen als ohne Endotoxineinfluss (Williams et al., 2001). Damit ist die Wirkung

von exogenem GnRH bei Tieren mit Uterusinfektionen geringer. Durch einen frühzeitig einsetzenden Ovarialzyklus vor dem 19. Tag p. p. ist das Risiko für eine verlängerte erste Gelbkörperphase gesteigert (Opsomer et al, 2000). Dies wiederum kann das Risiko für Pyometren bei Kühen mit vorher bestehenden Uterusinfektionen steigern (Etherington et al., 1985). In dieser Studie wurde GnRH am 15. Tag p. p. Kühen injiziert, welche daraufhin gehäuft Pyometren und Ovarialzysten aufwiesen. Am 24. bis 28. Tag p. p. wurde bei den behandelten Kühen ein erhöhter Progesteronwert im Plasma festgestellt. Durch eine darauf folgende PGF_{2α}-Gabe am 24. Tag p. p., sank der Plasmaprogesteronspiegel, was zu diesem Zeitpunkt auf einen luteolytischen Effekt des PGF_{2α} schließen lässt. Die Häufigkeit der Pyometren und Ovarialzysten sank unter dieser Behandlung. So konnten die Intervalle bis zur ersten zu beobachtenden Brunst und bis zur ersten Besamung, welche unter alleiniger GnRH-Gabe verlängert waren, wieder verkürzt werden (Etherington et al., 1985).

Trotz der genannten positiven Wirkungen auf Uterus und Ovar, ergaben sich in den verschiedenen Studien bezüglich der Fruchtbarkeitskennzahlen nach GnRH-Gabe im Puerperium differente Ergebnisse.

Eine signifikante Verkürzung der Rastzeit und Gützeit haben Aboul-Ela und El-Keraby (1986) durch eine einmalige Anwendung von GnRH am siebten oder 15. Tag p. p. nachgewiesen. Auch Benmrاد und Stevenson (1986) haben bei alleiniger Anwendung von GnRH am zehnten bis 14. Tag p. p. eine Verbesserung der Gützeit bei Kühen mit gestörtem Puerperium festgestellt. Die Kombination mit einer PGF_{2α}-Gabe zehn Tage später hat eine noch stärkere Verkürzung von Rast- und Gützeit bewirkt. In anderen Studien haben sich Rast- und Gützeit nicht signifikant verändert (Boiti et al., 1982; Foote und Riek, 1999; Kesler et al., 1980; Stevenson und Call, 1988). Etherington et al. (1985) stellten bei alleiniger Anwendung von GnRH eine Verschlechterung von Rast- und Gützeit heraus, wobei hier auch Tiere mit gestörtem Puerperium in die Studie eingingen.

Ähnlich unterschiedliche Ergebnisse ergeben sich für die Wirkung von GnRH auf den Besamungsaufwand und die Konzeptionsrate. Weniger Besamungen je tragende Kuh und eine höhere Konzeptionsrate konnten Benmrاد und Stevenson (1986) in ihrer Untersuchung nachweisen. Dagegen haben Foote und Riek (1999) und Stevenson und Call (1988) keine signifikanten Veränderungen diesbezüglich feststellen können.

Letztendlich konnten die Abgänge durch eine GnRH-Gabe im Puerperium reduziert werden (Bostedt et al, 1980; Foote und Riek, 1999).

Bei der Anwendung von GnRH bei Tieren mit Geburtskomplikationen oder gestörtem Puerperium wurden überwiegend positive Effekte erzielt (Benmrad und Stevenson, 1986; Bostedt und Maurer, 1982; Bosu et al., 1988; Foote und Riek, 1999; Janowsky et al., 2001). Bosu et al. (1988) setzten GnRH am 15. Tag p. p. an Tieren mit Nachgeburtsverhaltung ein. Dadurch konnte eine frühere erste Ovulation bewirkt werden, es wurden mehr Ovulationen bis zum 60. Tag p. p. nachgewiesen, die Zwischentragezeit war verkürzt und der Besamungsindex verbessert (Bosu et. al, 1988). Bostedt und Maurer (1982) setzen GnRH am zehnten bis zwölf Tag p. p. bei Kühen mit Nachgeburtsverhaltung ein und es konnte die Konzeptionsrate und der Besamungsindex verbessert werden. Janowsky et al. (2001) haben nach einer GnRH-Gabe am zehnten bis zwölften Tag p. p. in Kombination mit PGF_{2α} zehn Tage später bei Kühen mit puerperaler Endometritis eine signifikant verkürzte Gützeit erhalten. Foote und Riek (1999) führten Untersuchungen an Kühen mit verzögerter Involution von Zervix und Uterus durch, wobei sie GnRH am 13. bis 14. Tag p. p. applizierten. In dieser Studie konnten durch GnRH-Einsatz verkürzte Rast- und Gützeiten, mehr Trächtigkeiten bis zum 105. Laktationstag und weniger Besamungen bis zur erfolgten Konzeption nachgewiesen werden. Benmrad und Stevenson (1986) kombinierten die GnRH-Gabe am 14. Tag p. p. mit einer PGF_{2α}-Injektion zehn Tage danach bei Kühen mit gestörtem Puerperium. Beste Erfolge erzielten sie bei der alleinigen Anwendung von GnRH, wobei sich die Tage bis zur ersten Besamung wie auch die Tage bis zur erfolgten Konzeption verkürzten. Weiterhin sank die Anzahl der Besamungen bis zur erfolgten Konzeption. In Verbindung mit PGF_{2α} konnten annähernd gleich gute Erfolge festgestellt werden (Benmrad und Stevenson, 1986).

Dagegen stellt laut Risco et al. (1994) die Behandlung mit GnRH am zwölften Tag p. p. in Verbindung mit einer 14 Tage später durchgeführten einmaligen Injektion von PGF_{2α} die weniger erfolgsversprechende Behandlungsstrategie dar. Sie untersuchten die GnRH-Wirkung an Kühen mit Dystokie, Retentio secundinarum oder beidem. Die Zwischentragezeit ist durch eine kombinierte GnRH- und PGF_{2α}-Injektion bei diesen Tieren verlängert, und die Anzahl der Besamungen pro tragendes Tier erhöht. Die alleinige Anwendung von GnRH hat keine Veränderung der Fruchtbarkeitszahlen bewirkt (Risco et al., 1994). Stevenson und Call (1988)

stellten in ihrer Studie heraus, dass eine alleinige Anwendung von GnRH am 11. bis 25. Tag p. p. abgesehen von einer nicht signifikanten Verkürzung der Rastzeit insgesamt eine Verschlechterung der Fertilität der Kühe mit Puerperalstörungen bedeutet. Bei Applikation am 11. bis 17. Tag p. p. verbesserte sich die Rastzeit und der erste sichtbare Östrus lief früher ab, doch Konzeptionsrate, Trächtigkeitsrate und Zwischentragezeit verschlechterten sich.

Die aufgeführten Untersuchungen wurden in unterschiedlicher Dosierung von GnRH durchgeführt. Aboul-Ela und Ela-Keraby (1986) untersuchten den Effekt von 50 µg im Vergleich zu 100 µg und stellten fest, dass sich in beiden Dosierungen positive Effekte auf die Fertilität einstellten, doch die Wirkung bei einer Applikation von 100 µg GnRH deutlicher war (Aboul-Ela und Ela-Keraby, 1986).

Auch individuelle Unterschiede wirken sich auf die Wirksamkeit des Einsatzes von GnRH im Puerperium aus. Heuwieser et al. (1994) wiesen nach, dass die Parität einen Einfluss auf die Wirksamkeit von exogenem GnRH haben. Mittels GnRH zwischen dem 25. und 35. Tag p. p. konnte bei Pluripara eine Verbesserung der Konzeptionsrate bewirkt werden, was bei primiparen Tieren nicht gelang. Es konnten durch GnRH bei pluriparen Tieren mehr Ovulationen ausgelöst werden als bei primiparen (Gümen und Seguin, 2003).

Tabelle 1: Studien zum Einsatz von Gonadotropin-Releasing-Hormon im Puerperium (BCS = Body Condition Score, Besamungen = Anzahl der Besamungen pro trächtige Kuh, BI = Besamungsindex, EBE = Erstbesamungserfolg, FSH = Follikelstimulierendes Hormon, GT-Störung = Genitaltrakterkrankungen (dazu zählen Nachgeburtshaltung, Ovarialzysten, verlängerter Anöstrus, Vaginalausfluss), GZ = Günstzeit, insg. = insgesamt, i. m. = intramuskulär, i.v. = intravenös, KR = Konzeptionsrate, LT = Laktationstag, LH = Luteinisierendes Hormon, NGV = Nachgeburtshaltung, n. a. = nicht angegeben, n. s. = nicht signifikant, p. a. = post applicationem, p. p. = post partum, PG = Prostaglandin, RZ = Rastzeit, St. = Stunde, s. c. = subkutan, T = Tag)

Quelle Anzahl der Versuchs- und Kontrolltiere (n)	Behandelte Tiere, Wirkstoff; Zeitraum der Applikation, Applikationsart	Ergebnis
Aboul-Ela und El-Keraby (1986) n = 60	Multipare Kühe Gonadorelin ³⁾ 50/100 µg i. m. 7. ODER 15. T p. p.	insgesamt: Uterusinvolution schneller (n. s.) - Ovulation früher - Brunst früher (100 µg am 7. T p. p. erreicht stärkste Wirkung kürzere RZ und GZ (100 µg am 15. T p. p. erreicht stärkste Wirkung
Benmrad und Stevenson (1986) n = 118	Kühe mit gestörtem und ungestörtem Puerperium GnRH1) 200 µg i. m. ODER 4 ml 0,9% NaCl 10. – 14. T p. p.	insg.: mehr Ovulationen weniger Besamungen ungestört: GZ gleich gestört: kürzere GZ
Boiti et al. (1982) n = 24	Kühe ohne Kalbe- /Puerperalstörung - GnRH11) 100 µg i. m. - Progesteron12) für 7 Tage intravaginal 14. T p. p.	insg.: mehr Ovulationen bis 85. LT GnRH: 1. Zyklus kürzer Brunst zeitlich unverändert RZ, GZ gleich →Fertilität gleich

<p>Bostedt et al. (1980) n = 167</p>	<p>Kühe mit NGV > 12 St. p. p. Buserelin⁴ 20 µg i. m. 10. – 12. T p. p.</p>	<p>Uterusinvolution schneller (n. s.) Zervixinvolution schneller weniger Ovarialzysten Gelbkörperphase früher Brunst früher RZ gleich, kürzere GZ, weniger Besamungen weniger Abgänge</p>
<p>Bostedt und Maurer (1982) n = 544</p>	<p>Kühe mit/ohne Geburtskomplikationen UND mit/ohne NGV Buserelin⁴ 20 µg i. m. 10. - 12. T p. p.</p>	<p>insg.: weniger Ovarialzysten mit /ohne Geburtskomplikationen: → Fruchtbarkeit gleich mit NGV: Uterusinvolution schneller RZ gleich kürzere GZ weniger Besamungen ohne NGV: Uterusinvolution gleich GZ gleich → Fruchtbarkeit gleich</p>
<p>Bostedt und Maurer (1990) n = 476</p>	<p>Kühe mit gestörtem/ungestörtem Kalbeverlauf Buserelin⁴ 20µg Applikationsart n. a. 10. bis 12. T p. p.</p>	<p>insg.: Zervixinvolution schneller weniger Ovarialzysten KR gleich Endometritidenzahl gleich gestört: Uterusinvolution schneller</p>
<p>Bosu et al. (1988) n = 36</p>	<p>Kühe mit/ohne NGV GnRH⁶ 100 µg i. m. 15. T p. p.</p>	<p>insg.: starker LH- Anstieg Ovulation früher mehr Ovulationen weniger Besamungen kürzere GZ ohne NGV: EBE besser</p>
<p>Britt et al. (1974) n = 20</p>	<p>behandelte Tiere n. a. GnRH 100 µg s. c. Implantat 14. T p. p.</p>	<p>LH-Anstieg Ovulation früher mehr Ovulationen bis 65. T p. p.</p>

Fernandes et al. (1978) n = 25	behandelte Tiere n. a. GnRH ⁷⁾ 100 µg i. m. 3., 10., 20., 30., 40. T p. p.	3. T: geringer LH-Anstieg 10. T: mittlerer LH-Anstieg 20. - 40. T: stärkster LH-Anstieg
Foote und Riek (1999) n = 66	Kühe mit ungestörter oder gestörter Uterus-/Zervixinvolution GnRH ²⁾ 100 µg Applikationsart n. a. 13. – 14. T p. p.	ungestört: unveränderte Fertilität gestört: weniger Ovulationen bis Besamungszeitpunkt kürzere RZ und GZ mehr Trächtigkeiten bis 105. LT weniger Abgänge (gestörte behandelte Tiere haben Fertilitätsleistung wie normale unbehandelte Tiere)
Foster et al. (1980) n = 8	behandelte Tiere n. a. GnRH (Hoechst) 200 µg i. v. 4./5. T p. p. ODER 7. – 10. T p. p.	insg: LH-, FSH- Anstieg 7.-10. T p. p. stärkerer Anstieg als 4./5. T p. p.
Gümen und Seguin (2003) 1. Versuch: n = 39 2. Versuch: n = 25	behandelte Tiere n. a. 1) GnRH ²⁾ 100 µg i. m. ODER s. c. Implantat 14.T p. p. 2) GnRH ²⁾ 100 µg i. m. ODER PGF _{2α} ⁵⁾ 25 mg i. m. 14. – 19. T p. p.	GnRH: 2 St. p. a. LH-Anstieg Zyklus früher 1.) i. m.: 4 St. p. a. LH-Abfall s. c.: 6 St. p. a. LH-Abfall 2.) PG: unveränderter LH-Spiegel Zyklus später als GnRH
Heuwieser et al. (1994) n = 1024	Pluripara ODER Primipara BCS ≥ 3 ODER BCS < 3 GnRH ⁸⁾ 100 µg i. m. 25. –35. T p. p. UND/ODER zur 1. Besamung	insg: Fertilität gleich GnRH am 25.-35. T p. p.: Pluripara: KR besser GnRH zur 1. Besamung: BCS < 3: KR besser
Kesler et al. (1978) n = 48	behandelte Tiere n. a. GnRH 100 µg 1. – 19. T p. p.	ab 7. T p. p.: LH-Anstieg ab 12. T p. p.: Ovulationen häufiger ausgelöst

<p>Kesler et al. (1980) n = 16</p>	<p>Fleischrinder, säugend GnRH 250 µg Applikationsart n. a. 27. – 29. T p. p.</p>	<p>1. Ovulation früher 1. Brunst unverändert RZ und GZ unverändert</p>
<p>Nohner et al. (1989) n = 52</p>	<p>behandelte Tiere n. a. GnRH⁹⁾ 100 µg i. m. 11. – 17. T p. p.</p>	<p>1. Zyklus früher</p>
<p>Peter und Bosu (1988) n = 50</p>	<p>behandelte Tiere n. a. GnRH 100 µg i. m. 15. T p. p. a) keine Ovulation bis 60. T p. p b) Ovulation vor 15. T p. p. c) Ovulation nach 15. T p. p.</p>	<p>a) LH und Progesteron gleich Endometritiden gleich b) Ovulationen bis 60. LT gleich c) LH-Anstieg mehr Ovulationen bis 60. LT → Endometritiden und postpartale Follikelreifung beeinflussen GnRH-Wirkung</p>
<p>Peters und Riley (1982) n = 5</p>	<p>behandelte Tiere n. a. GnRH 5 µg i. v 20. - 40. T p. p. alle 2 St. für 48 St.</p>	<p>LH-Anstieg Progesteronanstieg früher 1. Zyklus früher</p>
<p>Seidel (2007) n = 40</p>	<p>Kühe mit/ohne Dystokie Buserelin¹³⁾ 20 µg i. m. 1., 7. oder 10. T p. p.</p>	<p>insg.: LH-Anstieg mit Dystokie: ab 10. T p. p.: starker LH-Anstieg ohne Dystokie: 1. T p. p. mäßiger LH-Anstieg, 7. Tag p. p. starker LH-Anstieg → LH-Anstieg insgesamt stärker als bei Tieren mit Dystokie</p>
<p>Silvestre et al. (2009b) n = 45</p>	<p>Kühe ohne Tot- oder Schwergeweburt, Milchfieber und mit BCS ≥ 2,75 A) Deslorelin¹⁰⁾ 2,1 mg, B) Deslorelin¹⁰⁾ 2 x 2,1 mg s. c. Implantat für 5 Tage 1.- 3. T p. p.</p>	<p>insg.: gehemmtes Follikelwachstum Progesteronanstieg unterdrückt Endometritiden gleich Uterusinvolution schneller → Uterustonus steigt</p>

<p>Stevenson und Call (1988) n = 843</p>	<p>Kühe mit/ohne GT-Störung</p> <p>11. – 17. T p. p. - GnRH¹⁾ 100 µg i. m. - PGF_{2α}⁵⁾ 25 mg i. m.</p> <p>ODER</p> <p>18. – 25. T p. p. ODER</p> <p>zwischen 25. – 40. T p. p. PGF_{2α}⁵⁾ 25 mg i. m.</p>	<p>mit UND ohne GT-Störung: GnRH am 11.-17. T p. p.: Brunst früher, kürzere RZ (n. s.)</p> <p>mit GT-Störung: GnRH: GZ länger KR, EBE schlechter (n. s.) → Fertilität schlechter</p> <p>PG zwischen 11. – 25. T p. p.: GZ, EBE, KR gleich</p> <p>PG zwischen 25. – 40. T p. p.: GZ länger, mehr Besamungen</p> <p>ohne GT- Störung: PG/GnRH: RZ, GZ und KR gleich (Fertilität unverändert)</p>
--	---	--

¹⁾ Gonadorelin, Cystorelin[®], Ceva; ²⁾ Gonadorelin, Cystorelin[®], Merial; ³⁾ Gonadorelin, Hoechst U.K. Ltd.; ⁴⁾ Receptal[®], Hoechst; ⁵⁾ Dinoprost, Lutalyse[®], The Upjohn Company; ⁶⁾ Produkt von School of Veterinary Medicine-Madison; ⁷⁾ Dr. Myron Brown, Abbott Laboratories, North Chicago, IL.; ⁸⁾ Cystorelin, Sanofi Health, Inc.; ⁹⁾ Fertirelin, Ovalyse[®], Upjohn; ¹⁰⁾ Peptech Animal Health, North Ride, Australia; ¹¹⁾ Lutal[®], Hoechst; ¹²⁾ PRID[®]-Spirale, Ceva; ¹³⁾ Receptal[®], Intervet

Tabelle 2: Studien zum Einsatz von Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH) im Puerperium in Kombination mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (BCS = Body condition score, BI = Besamungsindex, EBE = Erstbesamungserfolg, ggr. = geringgradig, GZ = Güstzeit, i. m. = intramuskulär, insg. = insgesamt, KR = Konzeptionsrate, n. a. = nicht angegeben, NGV = Nachgeburtsverhaltung, PG = Prostaglandin, p. p. = post partum, RZ = Rastzeit, St. = Stunde, T = Tag)

Quelle Anzahl der Versuchs- und Kontrolltiere (n)	Behandelte Tiere, Wirkstoff; Zeitraum der Applikation, Applikationsart	Ergebnis
Benmrad und Stevenson (1986) n = 116	Kühe mit gestörtem ODER ungestörtem Puerperium 10. – 14.T p. p.: GnRH ¹⁾ 200 µg i. m. 20. – 24.T p. p.: PGF _{2α} ⁵⁾ 25 mg i. m. (zusätzlich jedes Hormon einzeln - siehe Tabellen 1 und 3)	insg.: Fertilität gleich ungestört: mehr Ovulationen weniger Besamungen
Etherington et al. (1985) n = 226	behandelte Kühe n. a. 15. T p. p.: GnRH ³⁾ 250 µg ODER 15. T p. p.: GnRH ³⁾ 250 µg 24. T p. p.: PGF _{2α} ⁶⁾ 500 µg Applikationsart n. a.	GnRH einzeln: Uterusinvolution schneller bis zum 24. T p. p. Progesteronspiegel erhöht mehr Pyometren (bei vorheriger Uterusinfektion) mehr Ovarialzysten Brunst später längere RZ und GZ GnRH und PGF _{2α} kombiniert: Brunst früher, kürzere RZ und GZ als GnRH einzeln

<p>Janowsky et al. (2001) n = 70</p>	<p>Kühe mit puerperaler Endometritis Buserelin 20 µg 10. – 12. T p. p. PGF_{2α}⁷⁾ 500 µg 20. – 22. T p. p. Applikationsart n. a.</p>	<p>Zyklus früher und verkürzt Brunst gleich Uterusinvolution schneller weniger Endometritiden EBE besser kürzere GZ Besamungen gleich Gesamträchtigkeitsrate gleich</p>
<p>Risco et al. (1994) n = 445</p>	<p>Kühe mit Dystokie und/oder NGV 1) GnRH²⁾ 100 µg 12. T p. p. PGF_{2α}⁵⁾ 25 mg 26. T p. p.: ODER 2) GnRH²⁾ 100 µg 12. T p. p. ODER 3) PGF_{2α}²⁾ 25 mg 12. und 26. T p. p. i. m.</p>	<p>GnRH und PGF_{2α}: Längere GZ mehr Besamungen EBE gleich → Fertilität schlechter GnRH: Besamungen gleich EBE besser RZ und GZ gleich → Fruchtbarkeit unverändert PGF_{2α}/PGF_{2α}: EBE besser → Fertilität unverändert</p>
<p>Silvestre et al. (2009a) n = 166</p>	<p>Kühe ohne Puerperalstörung; BCS ≥ 2,75 1. – 3. T p. p.: Deslorelin⁸⁾ 5 mg s. c. Implantat für 36 T 8.-10. T p. p.: PGF_{2α}⁵⁾ 25 mg i. m.</p>	<p>Follikelwachstum langsamer Progesteronanstieg geringer PGFM-Anstieg geringer Uterus-, Zervixinvolution schneller Uterustonius steigt Vaginalausfluss seltener weniger Entzündungsprozesse im Genitaltrakt</p>

1) Gonadorelin, Cystorelin[®], Ceva; 2) Gonadorelin, Cystorelin[®], Merial Inc./Sanofi; 3) Factrel[®], Ayerst Laboratories, Montreal; 4) Peptech Animal Health, North Ride, Australia; 5) Dinoprost, Lutalyse[®], The Upjohn Company/Pfizer; 6) Cloprostenol, Estrumate[®], I.C.I. Pharma, Mississauga; 7) Cloprostenol; 8) Peptech Animal Health, North Ride, Australia

2.3 Prostaglandin F_{2α} im Puerperium

Prostaglandin F_{2α} (PGF_{2α}) gehört zu den in der Veterinärmedizin pharmakologisch bedeutendsten Prostaglandinen (Aurich, 2002). Das natürliche Prostaglandin F_{2α} wird am Ende der Gelbkörperphase im Endometrium gebildet und bewirkt beim Rind eine Rückbildung des Gelbkörpers. Weiterhin regt es die Lutealzellen zur Oxytocinsekretion an, welche die Uterusmotilität anregt (Aurich, 2002). Das endogene PGF_{2α} ist zusätzlich ein proinflammatorisches Molekül. Es gehört zu den Eicosanoiden und stimuliert die Produktion von Zytokinen und uterin gebildeten Leukotrienen, welche Phagozytoseprozesse und die Lymphozytenaktivität fördern (Lewis, 2003).

Die Anwendung von PGF_{2α} und seinen Analoga zur Behandlung von chronischen Uterusinfektionen ist weit verbreitet (Hemeida et al., 1986). Untersuchungen zur Wirkung auf den Puerperalverlauf der Rinder und die darauf folgende Fruchtbarkeitsleistung haben differente Ergebnisse erbracht (Tabelle 3).

PGF_{2α} kann unter anderem eine Beschleunigung der Uterusinvolution bewirken (Michiel et al., 1999). Dabei bewirkt PGF_{2α}, vor allem das natürliche PGF_{2α} Dinoprost, eine Steigerung der Kontraktion der Uterusmuskulatur (Stolla und Schmid, 1990). Dort übt es eine spasmogene Wirkung aus (Hirsbrunner et al., 1999; Rodriguez-Martinez et al., 1987; Stolla und Schmid, 1990). In der Studie von Michiel et al. (1999) wurde PGF_{2α} am zehnten Tag p. p. angewendet. Diese Tiere zeigten am 20. Tag p. p. einen geringeren Uterusdurchmesser als Kontrolltiere. Auch die Zervixinvolution war am 20. Tag p. p. bei diesen Kühen fortgeschrittener. Jedoch ist am 40. Tag p. p. im Uterus- und Zervixdurchmesser kein Unterschied gegenüber Kontrolltieren zu verzeichnen.

Es wird ausgeschlossen, dass die myometrialen Kontraktionen, die nach einer PGF_{2α}-Gabe in den ersten vier Wochen p. p. ausgelöst werden können, über eine PGF_{2α}-induzierte Luteolyse hervorgerufen werden (Hemeida et al., 1986; Young et al., 1984). Der Progesteronspiegel liegt zum Behandlungszeitpunkt im basalen Bereich, wodurch davon auszugehen ist, dass kein Corpus luteum auf dem Ovar angebildet ist (Young et al., 1984).

Auch Nakao et al. (1997) haben keinen Zusammenhang zwischen Vorhandensein eines Gelbkörpers und der Wirkung exogenem PGF_{2α} im Puerperium nachweisen können. Dabei wurden an Endometritis erkrankte Kühe am 14. bis 28. Tag p. p. mit PGF_{2α} behandelt und gleichzeitig der Milchprogesteronwert gemessen. Der Effekt

von $\text{PGF}_{2\alpha}$ auf die Fruchtbarkeitsleistung war unabhängig vom Milchprogesteronspiegel, und somit vom Vorhandensein eines Gelbkörpers (Nakao et al., 1997).

Exogen zugeführtes $\text{PGF}_{2\alpha}$ bewirkt einen Anstieg des endogenen $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Hauptmetaboliten 13,4-Dihydro-15-Keto- $\text{PGF}_{2\alpha}$ (PGFM). Dieser erhöhte Spiegel des endogenen $\text{PGF}_{2\alpha}$ hält etwa 14 Stunden an und sinkt dann wieder auf den Basalwert (Peters, 1989). Ein anhaltend hoher PGFM-Spiegel führt zu einer schnelleren Involution von Uterus und Zervix (Nakao et al., 1997). Dieser Effekt wurde in dieser Studie jedoch nicht bei Tieren mit Geburtskomplikationen oder Nachgeburtsverhaltung beobachtet.

$\text{PGF}_{2\alpha}$ hat keinen Einfluss auf die Gonadotropinausschüttung (Peters, 1989). Nach einer Applikation von $\text{PGF}_{2\alpha}$ ist kein Anstieg der LH-Serumkonzentration und des Östradiolspiegels zu verzeichnen (Gümen und Seguin, 2003; Peters, 1989). Die erste Ovulation und Gelbkörperphase wird mithilfe von $\text{PGF}_{2\alpha}$ nicht vorgezogen (Gümen und Seguin, 2003; Tian und Noakes, 1991b). Es wird durch eine $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Gabe verglichen zu GnRH eine spätere Aufnahme der Ovarfunktion festgestellt und weniger Ovulationen werden beobachtet (Gümen und Seguin, 2003). In der Studie von Brüggemeier (2007) hatten dagegen mehr Tiere bis zum 21. Tag p. p. ovuliert als Kontrolltiere. Dabei wurde $\text{PGF}_{2\alpha}$ am ersten und fünften Tag p. p. oder am zehnten Tag p. p. appliziert. Bei Applikation von $\text{PGF}_{2\alpha}$ am 14. bis 28. Tag p. p. haben Nakao et al. (1997) mehr Ovulationen im Zeitraum vom 29. bis 42. Tag p. p. bei Kühen mit Geburtskomplikationen oder Nachgeburtsverhaltung beobachten können als bei unbehandelten Tieren.

Durch die $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Applikation kann eine Senkung der Endometritishäufigkeit bei Kühen mit Geburtskomplikationen und Nachgeburtsverhaltung (Michiel et al., 1999), wie auch bei Kühen ohne Geburtskomplikationen erreicht werden (Brüggemeier, 2007). Es treten weniger und mildere Endometritiden auf (Brüggemeier, 2007).

Es hat sich herausgestellt, dass mit einer $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Applikation in den ersten fünf Tagen p. p. kein signifikanter Effekt auf die Involutionsprozesse und die folgende Fruchtbarkeitsleistung bewirkt werden kann (Armstrong et al., 1989; Brüggemeier, 2007; Burton et al., 1987; Tian und Noakes, 1991a; Tian und Noakes, 1991b). Nur bei Tieren ohne Geburtskomplikationen konnte Brüggemeier (2007) bei Applikation von $\text{PGF}_{2\alpha}$ am ersten und fünften Tag p. p. einen verbesserten Erstbesamungserfolg und eine höhere Konzeptionsrate beobachten.

Studien, die die Wirkung nach Applikation im Zeitraum in der zweiten und dritten Woche nach der Kalbung untersuchten, haben zum größten Teil positive Effekte durch den PGF_{2α}-Einsatz erzielt. Die Günstzeit wird in einigen Studien verkürzt, der Erstbesamungserfolg gesteigert und/oder die Anzahl der Besamungen pro Trächtigkeit gesenkt (Mc Clary et al., 1988; Nakao et al., 1997; Risco et al., 1994). Dies gilt für Tiere, welche vorberichtlich einen normalen Geburtsvorgang aufwiesen, wie auch für Tiere mit Geburtskomplikationen oder Nachgeburtsverhaltung. Brüggemeier (2007) untersuchte Kühe mit und ohne Geburtskomplikationen und stellte fest, dass PGF_{2α} am zehnten Tag p. p. appliziert an Kühen mit Geburtskomplikationen den Erstbesamungserfolg, den Trächtigkeitsindex und die Konzeptionsrate verbesserte. Eine PGF_{2α}-Behandlung hat unabhängig vom Geburtsverlauf betrachtet keine Fertilitätssteigerung bewirken können (Brüggemeier, 2007). Andere Studien konnten ebenfalls keine Veränderung der Fruchtbarkeitsleistung beobachten (Armstrong et al., 1989; Michiel et al. 1999; Young, 1989; Young et al., 1984; Young und Anderson, 1986). In der Untersuchung von Stevenson und Call (1988) hat sich die Reproduktionsleistung nach PGF₂-Gabe am 25. bis 40. Tag sogar verschlechtert verglichen zu unbehandelten Kühen. Dieser negative Effekt war bei Kühen, welche ein gestörtes Puerperium mit Nachgeburtsverhaltung, Ovarialzysten, postpartalem Anöstrus oder Vaginalausfluss zeigten, noch deutlicher.

Wenn PGF_{2α} am 21. Tag p. p. einmalig als Bestandsbehandlung appliziert wurde, konnten überwiegend gute Erfolge zur Steigerung der Reproduktionsleistung erzielt werden (Schofield et al., 1999). Hirsbrunner et al. (2006) haben bei einer Kombination von PGF_{2α} mit PGE_{2α} eine Verbesserung der Rastzeit festgestellt. Morton et al. (1992) und Stevenson und Call (1988) haben keine Verbesserung der Fruchtbarkeitskennziffern wie Rastzeit, Günstzeit und Konzeptionsrate durch PGF_{2α}-Gabe in der dritten bis vierten Woche p. p. erreichen können.

Die von Young (1989), Young et al. (1984) und Young und Anderson (1986) durchgeführten Studien, welche die Wirkung einer PGF_{2α}-Applikation am 14. bis 28. Tag p. p. untersuchten, konnten nur in einigen Herden den Erstbesamungserfolg verbessern. Die Rast- und Günstzeit, sowie der Zeitpunkt des ersten Östrus blieben unverändert. Von Young (1989) wurde die Anwendung von PGF_{2α} in diesem Zeitraum nur in Betrieben mit schlechter Konzeptionsrate empfohlen.

Bei Kühen, welche vorberichtlich eine Geburtskompliation, Nachgeburtshverhaltung oder Metritis aufwiesen, wirkt sich eine $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Anwendung im Frühpuerperium insgesamt positiv auf die Fruchtbarkeitsleistung aus (Nakao et al., 1997; Risco et al., 1994).

Weiterhin wird die Anwendung von Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ als nachfolgende Behandlung von GnRH für sinnvoll gehalten (Etherington et al., 1985). Wie im Kapitel 2.2 bereits beschrieben, kann mithilfe von einer zehn Tage nach GnRH-Gabe durchgeführten $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Gabe eine Luteolyse hervorgerufen werden. Nachfolgend wird die Häufigkeit der Pyometren und Ovarialzysten, die durch alleinige GnRH-Gabe gestiegen ist, wieder gesenkt. Verglichen zur alleinigen Gabe von GnRH wird so die Rastzeit und Gützeit verkürzt und die Fruchtbarkeitsleistung verbessert.

Tabelle 3: Studien zum Einsatz von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ im Puerperium (BI = Besamungsindex, EBE = Erstbesamungserfolg, FSH = Follikelstimulierendes Hormon, GT-Störung = Genitaltrakterkrankungen (dazu zählen Nachgeburtsverhaltung, Ovarialzysten, verlängerter Anöstrus, Vaginalausfluss), GZ = Günstzeit, i. m. = intramuskulär, insg. = insgesamt, KR = Konzeptionsrate, LH = Luteinisierendes Hormon, n. a. = nicht angegeben, NGV = Nachgeburtsverhaltung, PG = Prostaglandin, PGFM = Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Metabolit, p. p. = post partum, RZ = Rastzeit, s. c. = subkutan, St. = Stunde, T = Tag)

Quelle, Anzahl der Versuchs- und Kontrolltiere (n)	Behandelte Tiere, Wirkstoff; Zeitraum der Applikation, Applikationsart	Ergebnis
Armstrong et al. (1989) n = 327	behandelte Tiere n. a. PGF _{2α} ⁴⁾ 1 mg s. c. am Tag der Kalbung ODER 14. – 21. T p. p.	insg.: RZ und GZ gleich Besamungen gleich → Fertilität unverändert
Benmrad und Stevenson (1986) n = 118	Kühe mit gestörtem/ungestörtem Puerperium PGF _{2α} ²⁾ 25 mg i. m. ODER 4 ml 0,9 % NaCl 20. – 24.T p. p.	insg.: Fertilität verbessert verkürzte GZ weniger Besamungen gestört: verkürzte GZ
Brüggemeier (2007) n = 735	Kühe mit/ohne Dystokie PGF _{2α} ³⁾ 0,15 mg i. m. 1. und 5. T p. p. ODER 10. T p. p.	insg: Uterusinvolution gleich weniger Endometritiden Fertilität gleich mit Dystokie: 10. T: EBE, KR, TI besser ohne Dystokie: 1./5. T: EBE, KR besser

<p>Burton et al. (1987)</p> <p>n = 12</p>	<p>Kühe mit/ohne NGV PGF_{2α}⁴⁾ 1 mg s. c. 1. – 4. T p. p. alle 24 St.</p>	<p>Uteruskontraktionen gleich → Kühe mit NGV mehr Uteruskontraktionen als Kühe ohne NGV</p>
<p>Hirsbrunner et al. (2006)</p> <p>n = 383</p>	<p>Kühe ohne Kalbe- oder Puerperalstörungen Kombination aus PGF_{2α}⁵⁾ 150 µg/PGE₂⁶⁾ 2,5 mg ODER PGF_{2α}⁵⁾ 150 µg Applikationsart n. a. 21. – 35. T p. p.</p>	<p>Uterusinvolution gleich RZ, GZ und Besamungen gleich → Fertilität gleich</p>
<p>Mc Clary et al. (1988)</p> <p>1) n = 164 2) n = 22</p>	<p>1) behandelte Tiere n. a. 2) mit Metritis/NGV PGF_{2α}²⁾ 25 mg 14.– 16. T p. p Applikationsart n. a.</p>	<p>1)weniger Besamungen RZ, GZ und EBE unverändert 2)GZ kürzer, weniger Besamungen (ohne signifikantem Unterschied)</p>
<p>Michiel et al. (1999)</p> <p>n = 104</p>	<p>Kühe mit/ohne Dystokie und NGV PGF_{2α}⁷⁾ 10 µg ODER 15 µg ODER 20 µg i. m. 10. T p. p.</p>	<p>mit Dystokie/NGV: weniger Endometritiden ohne Dystokie/NGV: Endometritiden gleich insg.: Uterus-/Zervixinvolution: schneller bis 20. T p. p. doch unverändert bis 40. T p. p. →KR, EBE gleich→ Fertilität unverändert →Wirkung ist dosisunabhängig</p>
<p>Morton et al. (1992)</p> <p>n = 392</p>	<p>behandelte Tiere n. a. PGF_{2α}²⁾ 25 mg i. m. 14. – 28. T p. p.</p>	<p>1. Brunst gleich RZ, GZ, EBE gleich → Fertilität unverändert</p>

<p>Nakao et al. (1997)</p> <p>1./2 Versuch: n = 164</p> <p>3. Versuch: n = 128</p>	<p>1./2. Versuch: Kühe mit Dystokie und/oder NGV</p> <p>PGF_{2α}⁴⁾ 1 mg s. c. 7. – 10. T p. p.</p> <p>3. Versuch: Kühe mit Endometritis</p> <p>PGF_{2α}⁴⁾ 1 mg s. c. 14. – 28. T p. p.</p>	<p>1.: Uterusinvolution schneller Häufigere Wiederaufnahme der Ovaraktivität bis 42. LT</p> <p>1./2.: weniger Endometritiden kürzere GZ, EBE besser → Wirkung ist unabhängig vom Vorhandensein eines Gelbkörpers</p>
<p>Peters (1989)</p> <p>n = 10</p>	<p>behandelte Tiere n. a.</p> <p>PGF_{2α}²⁾ 25 mg i. m. 9. – 20. T p. p.</p>	<p>PGFM steigt, LH, FSH, Östradiol gleich → PGF_{2α} hat postpartal keinen Einfluss auf Hypophysen-Ovar-Achse</p>
<p>Schofield et al. (1999)</p> <p>n = 86</p>	<p>behandelte Tiere n. a.</p> <p>PGF_{2α}²⁾ 25 mg i. m. 21. T p. p.</p>	<p>1. Brunst früher kürzere RZ und GZ besserer EBE weniger Besamungen Konzeptionsrate gleich (Fertilität besser</p>
<p>Tian und Noakes (1991b)</p> <p>n = 25</p>	<p>behandelte Tiere n. a.</p> <p>1) PGF_{2α} 2) 25 mg 2) Östradiol 8) 5 mg 3) Progesteron 8) 100 mg 4) Oxytocin 9) 1,2 mg i. m., 2. T p. p</p>	<p>PGF_{2α} : PGFM gleich Uterusinvolution gleich 1. Brunst, GZ gleich Oxytocin: PGFM-Anstieg insg: (Puerperalentwicklung und Fertilität unverändert</p>
<p>Young (1989)</p> <p>n = 862 (in 14 Herden)</p>	<p>behandelte Tiere n. a.</p> <p>PGF_{2α} 2) 25 mg 14. – 28. T p. p. Applikationsart n. a.</p>	<p>→ EBE besser, unverändert bis verschlechtert → EBE nur besser in Herden mit vorher schlechter KR</p>
<p>Young et al. (1984)</p> <p>n = 128</p>	<p>behandelte Tiere n. a.</p> <p>PGF_{2α}²⁾ 25 mg i. m. 14. – 28. T p. p.</p>	<p>EBE besser 1. Brunst, RZ und GZ gleich → kein luteolytischer Effekt, da zum Behandlungszeitpunkt basaler Progesteronspiegel</p>

Young und Anderson (1986) n = 148	behandelte Tiere n. a. PGF _{2α} ²⁾ 25 mg i. m. 14. – 28. T p. p.	1. Brunst, RZ und GZ gleich → verbesserte EBE bei Kühen mit Blutprogesteronwert kleiner als 0,5 ng/ml zum Behandlungszeitpunkt
--------------------------------------	--	---

¹⁾ Cystorelin[®], Ceva; ²⁾ Dinoprost, Lutalyse[®], The Upjohn Company; ³⁾ Cloprostenol, Preloban[®]; ⁴⁾ Fenprostalen; ⁵⁾ Cloprostenol, Genestran[®], Dr. E. Gräub; ⁶⁾ Dinoproston; ⁷⁾ Luprostiol, Bayer, Leverkusen; ⁸⁾ Intervet; ⁹⁾ Carbetocin, Decomoton[®], Ciba-Geigy

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsziel

Ziel war es zu untersuchen, wie sich der Einsatz von zwei Hormonen bei Kühen mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Uterusinvolution, den weiteren Puerperalverlauf und die darauf folgende Fruchtbarkeitsleistung auswirkt.

Um die Wirksamkeit der Therapieverfahren zu überprüfen, wurden Puerperalkontrollen durchgeführt und bestimmte Fruchtbarkeitskennziffern zur Auswertung herangezogen.

3.2 Tiere

Es wurden 305 Kühe der Rasse Holstein-Friesian untersucht, welche aus einer Milchviehherde mit insgesamt 1177 Milchrindern stammten. Die Untersuchung wurde an Kühen durchgeführt, welche im Zeitraum von März bis Juli 2010 kalbten.

3.3 Betrieb

Der Betrieb hielt zum Zeitpunkt der Untersuchungen etwa 1150 Milchrinder, von denen ungefähr 1030 laktierend waren. Die laktierenden Kühe waren in 16 Gruppen mit jeweils 40 bis 100 Kühen eingestallt. Die Zusammenstellung der Gruppen erfolgte nach Milchleistung und Laktationstagen. Es gab jeweils eine Gruppe mit Jungkühen in der ersten Laktation und eine Gruppe mit Kühen, die sich mindestens in der zweiten Laktation befanden. Des Weiteren gab es eine Gruppe, die aus Kühen mit schwerwiegenden Klauen- oder Gliedmaßenkrankungen bestand und eine Gruppe von Kühen, die aufgrund von Schwermelkbarkeit separat gehalten wurden.

Zum Zeitpunkt der Abkalbung bis zum vierten Tag post partum (p. p.) hielten sich die Kühe in mit Stroh eingesteuten Abkalbeboxen auf. Ab dem fünften Laktationstag wurden sie in so genannte Sammelgruppen aufgenommen, in welchen sie vom fünften bis 25. Laktationstag und danach vom 26. bis zum 50. Laktationstag blieben. Ab dem 51. Laktationstag wurden sie nach Milchleistung in unterschiedliche Gruppen aufgeteilt. Die Hochleistungsgruppe integrierte Kühe mit einer durchschnittlichen Milchleistung von mindestens 40 Litern pro Tag bei durchschnittlich 105 Laktationstagen. Die Umstellung aus der Hochleistungsgruppe in andere Gruppen erfolgte ebenfalls aufgrund der Milchleistung. Kühe mit einer

durchschnittlichen Milchleistung von etwa 28 Litern pro Tag wurden in die Gruppen der mittelmelkenden Kühe eingeteilt. Diese umfassten Kühe mit durchschnittlich 250 Laktationstagen. Die Gruppen mit altemelkenden Kühen schlossen Kühe mit durchschnittlich 350 Laktationstagen und bis zu 25 Litern Milch pro Tag ein. In der achten Woche ante partum (a. p.) wurden die Kühe mit einem antibiotikahaltigen Präparat trockengestellt. In der Zeit danach bis zur vierten Woche a. p. wurden sie in Trockenstehergruppen gehalten. Vom 30. Tag a. p. bis zur Kalbung hielten sich die Kühe in Vorbereitergruppen auf.

Ab dem fünften Tag p. p. wurden die Kühe in einem Boxenlaufstall mit Spaltenboden und Hochboxen mit Gummimatten gehalten. Zweimal täglich wurde der Betrieb bei der Brunstbeobachtung vom Besamungstechniker des Landesverbandes Thüringer Rinderzüchter unterstützt. Außerdem wurden von ihm die Besamungen der Kühe vorgenommen. Zur Bewertung der Fruchtbarkeitsleistung wurde unter anderem die durchschnittliche Günstzeit erfasst, welche in der Herde im Untersuchungsjahr 2010 bei 134 Tagen lag (Tabelle 4).

Beim Melkstand handelte es sich um ein 40 Kühe fassendes Melkkarussell in Fischgrätenaufstellung. In diesem wurden die Frischmelkenden vom fünften bis 50. Laktationstag (Sammelgruppe), die Hochleistungsgruppe und die Mittelmelkenden dreimal täglich gemolken. Direkt nach der Kalbung bis zum vierten Tag p. p. wurden die Kühe zweimal am Tag gemolken. Weiterhin wurden alle altemelkenden Kühe sowie am Euter oder sonstigen Organsystemen erkrankten Kühe im Krankenstall zweimal täglich gemolken.

Die Milchleistung der Herde lag mit einer mittleren 305-Tage-Leistung im Untersuchungsjahr 2010 bei 30 Kilogramm/Tag (Tabelle 4).

Die Datenerfassung für das Herdenmanagement erfolgte mittels des computerunterstützten Herdenprogramms „Herde Version 5.3.1 für Windows“ der Firma dsp- Agrosoft GmbH mit Sitz in 14669 Ketzin OT Paretz.

Die Fütterung beruhte auf einer Totalmischration. Als Grundlage wurde Mais- und Anwelksilage verfüttert. Die Futterhauptbestandteile Maissilage, Anwelksilage und Getreide wurden im eigenen Anbau produziert. Soja- und Rapsextraktionsschrote, sowie Zuckerrübenschnitzel wurden zugekauft.

Es wurden sechs Rationen unterschieden, wobei die oben definierten Gruppen jeweils eine eigene Ration erhielten. Den Kühen und Färsen in den

Vorbereitergruppen wurden zusätzlich über die Mineralstoffversorgung saure Salze zugeführt.

Tabelle 4: Durchschnittliche Milchleistung und Fruchtbarkeitsleistung der Herde im Betrieb im Untersuchungsjahr (2010)

Fruchtbarkeitsparameter	Durchschnittswert
Rastzeit in Tage	82
Güstzeit in Tage	134
Zwischenkalbezeit in Tage	415
Verzögerungszeit in Tage	53
Erstbesamungserfolg in %	35
Besamungsindex	2,8
Trächtigkeitsindex	2,3
Non Return Rate 90 in %	45,45
Abgangsrate in %	34,6
Erstbesamungsalter in Monate	15
Erstkalbealter in Monate	25,7
Milchleistungsdaten	Mittlere 305-Tage-Leistung
Milchleistung in Kilogramm/Tag	30
Milcheiweiß in %	3,37
Milcheiweiß in Kilogramm	328
Milchfett in %	4,07
Milchfett in Kilogramm	396
Fett/Eiweiß-Quotient	1,21
Zellzahl in 1000 Zellzahl/Milliliter	157
Harnstoffgehalt in Milligramm/Liter	244
Laktosegehalt in %	4,75

3.4 Wirkstoffe

3.4.1 Dinoprost

Dinoprost ist ein synthetisch hergestelltes Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$). Dabei handelt es sich um Trometamol Dinoprostromethamin. Als Präparat wurde Enzaprost T[®] verwendet, welches von der Firma CEVA-Tiergesundheit GmbH aus Düsseldorf vertrieben wird.

Die Zulassung gilt für Rinder, Pferde und Schweine. Beim Rind beträgt die Wartezeit für essbares Gewebe 3 Tage und für Milch 0 Tage. Es führt beim Rind zu einer Luteolyse und wird dazu eingesetzt.

Zugelassen ist Enzaprost T[®] für folgende Anwendungsgebiete:

- Brunstsynchronisation
- Behandlung von Suböstrus oder Stillbrünstigkeit bei Rindern mit funktionstüchtigem Corpus luteum ohne äußerlich erkennbare Brunstsymptome
- Aborteinleitung bis zum 120. Tag der Trächtigkeit
- Geburtseinleitung
- zur unterstützenden Behandlung einer chronischen Metritis oder Pyometra bei funktionstüchtigem oder persistierendem Corpus luteum

Vom Hersteller wird eine Dosierung von 25 mg/Tier empfohlen, das entspricht bei einer Konzentration von 5 mg/ml Injektionslösung Enzaprost T[®] 5 ml/Tier bei intramuskulärer Applikation.

Als Nebenwirkungen werden vom Hersteller eine vorübergehende Erhöhung der Körpertemperatur ohne gesundheitliche Beeinträchtigungen und erhöhter Speichelfluss angegeben. Außerdem sollte das Präparat außer zur Geburtseinleitung oder zur Abortsauslösung nicht bei tragenden Tieren angewendet werden. Durch die stimulierende Wirkung auf die glatten Muskelfasern löst Dinoprost bei einigen Tierarten eventuell einen erhöhten Blutdruck oder eine Bronchokonstriktion aus.

Lokale Infektionen können aufgrund der intramuskulären Injektion hervorgerufen werden, daher sollte auf aseptische Bedingungen bei der Verabreichung geachtet werden.

3.4.2 Gonadorelin

Das Präparat Depherelin Gonavet Veyx[®] enthält den synthetischen Wirkstoff Gonadorelin[6-D-Phe], welcher ein hochwirksames Dekapeptid darstellt. Im Unterschied zum nativen Gonadorelin ist an der Position 6 die Aminosäure Glycin durch D-Phenylalanin ausgetauscht. Dadurch kann eine erhöhte Wirkungsverlängerung und eine sehr viel höhere Affinität zu den GnRH-Rezeptoren in der Hypophyse erreicht werden.

Das Präparat ist von der Firma Veyx-Pharma GmbH mit Sitz in Schwarzenborn und ist für Rinder, Pferde und Schweine zugelassen. Beim Rind beträgt die Wartezeit für essbares Gewebe sowie für Milch 0 Tage.

Gonadorelin ist beim Rind unter anderem zur Stimulation der Ovarien im Puerperium zugelassen.

Weitere Anwendungsgebiete beim Rind sind laut Hersteller:

- Ovulationsinduktion bei Ovulationsverzögerung infolge LH-defiziär bedingter Insuffizienz
- Ovulationsinduktion/ -synchronisation im Rahmen von Programmen zur terminorientierten Besamung
- Ovarialzysten (infolge von LH- Mangel)

Zur Stimulation der Ovarien im Puerperium wird vom Hersteller eine Dosierung von 50 µg Gonadorelin pro Tier bei intramuskulärer Applikation empfohlen. Dies entspricht bei einer Konzentration von 50 µg/ml Injektionslösung eine Dosis von 1 ml/Tier. Es wird einmalig angewendet.

Gonadorelin sollte nach Herstellerempfehlung nicht bei Kühen angewendet werden, die an Infektionen erkrankt sind oder unter wesentlichen Störungen des Gesundheitszustandes leiden.

3.5 Versuchsaufbau

Die erste Untersuchung wurde zwischen dem 11. bis 14. Tag p. p. durchgeführt, bei der auch die Anamnese aufgenommen wurde (Tabellen 5 und 6). An den Kühen ist eine Adspektion und transrektale Palpation sowie transrektale Sonographie des Uterus durchgeführt worden (Kapitel 3.7.1.1. und 3.7.1.2)

Tabelle 5: Datenerhebung zur Anamnese

Identifikationsnummer (Ohrmarkennummer, Halsbandnummer)
Alter (Geburtsdatum, Alter in Jahren, Monaten und Tagen)
Anzahl der Laktationen
Datum und Verlauf der letzten Kalbung
Zwillings-, Einlings-, Totgeburt
Erkrankungen im Puerperium bis zum 14. Tag p. p. (Nachgeburtsverhaltungen, Eutererkrankungen, Stoffwechselerkrankungen, Fieber unbekannter Genese, Geburtsverletzungen, Lahmheit, Erkrankungen des Magen-, Darm- oder Respirationstraktes)

Tabelle 6: Kalbeverlaufschlüssel modifiziert nach der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (2006) gegliedert nach Schweregraden

Grad	Bezeichnung	Definition
0	leicht	keine Hilfsperson, ohne mechanische Zughilfe
1	mittel	eine Hilfsperson, oder leichter Einsatz mechanischer Zughilfe
2	schwer	zwei und mehr Hilfspersonen, oder starker Einsatz mechanischer Zughilfe
3	Operation	Kaiserschnitt, Fetotomie

Anhand der Befunde aus Untersuchung und Anamnese erfolgte die Einteilung der Tiere in je eine Gruppe mit ungestörtem und eine Gruppe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.. Kühe, die in den darauffolgenden Tagen aufgrund schwerer Erkrankungen oder aus wirtschaftlichen Gründen abgehen sollten, wurden aus der Studie ausgeschlossen.

Für die Gruppen mit gestörtem und ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag sind jeweils drei Behandlungsgruppen gebildet worden.

Gruppe 1: PG-Gruppe

Gruppe 2: GnRH-Gruppe

Gruppe 3: Kontrollgruppe

Die Zuordnung erfolgte per Zufallsverfahren über eine Funktion des Windows-Programmes „Excel“.

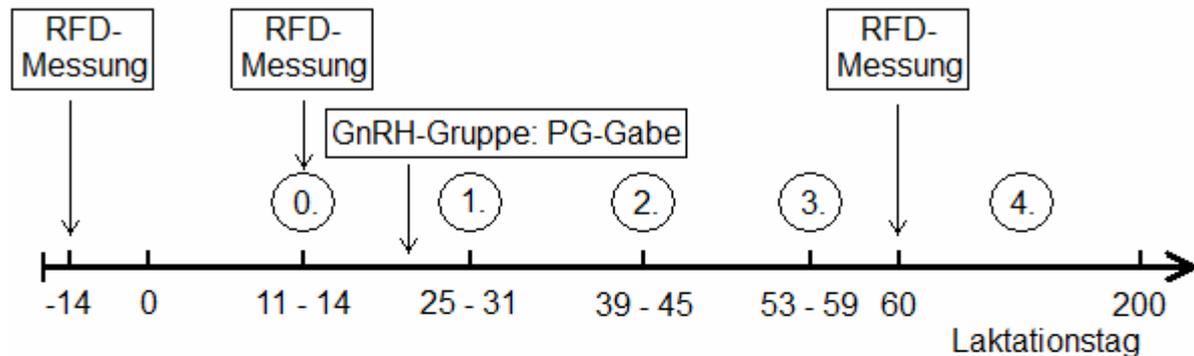
Den Kühen der ersten Gruppe wurde nach Anamnese und Aufnahmeuntersuchung das Prostaglandin Dinoprost appliziert (PG-Gruppe). Dabei wurden 5 ml Enzaprost T[®] intramuskulär injiziert. Der zweiten Gruppe wurde einmal im gleichen Zeitraum der GnRH-Agonist Gonadorelin appliziert, wobei 1 ml Gonavet Veyx[®] intramuskulär injiziert wurde (GnRH-Gruppe). Sieben Tage später, also zwischen dem 18. bis 21. Tag p. p., wurde den Kühen der zweiten Gruppe jeweils 5 ml Enzaprost[®]T intramuskulär appliziert. Einer dritten Gruppe wurde als Kontrollgruppe zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. eine isotone Natriumchlorid-Lösung appliziert. Dabei handelte es sich um die isotonische Natriumchlorid-Lösung ad us. vet. B. Braun[®] der Firma Braun Vetcare GmbH, Tuttlingen. Das Präparat enthält 0,9 % Natriumchlorid. Von dieser Lösung wurde 1 ml intramuskulär verabreicht.

Der Ablauf des Versuches mit weiterem Untersuchungsschema ist in Tabelle 7 und Abbildung 1 dargestellt.

Tabelle 7: Zeitplan für die Untersuchungen, Messungen und Behandlungen der drei Behandlungsgruppen (a. p. = ante partum, ev. = eventuell, GnRH = Gonadotropin Releasing Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α}, p. p. = post partum)

Phase	Zeitraum	PG-Gruppe	GnRH-Gruppe	Kontrollgruppe
	260. bis 266. Trächtigkeitstag	Rückenfettdickemessung		
0.	11. – 14. Tag p. p.	Untersuchung zur Differenzierung in gestörtes und ungestörtes Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Rückenfettdickemessung		
		Dinoprost intramuskulär	Gonadorelin intramuskulär	0,9 % NaCl intramuskulär
	18. – 21. Tag p. p.		Dinoprost intramuskulär	
1.	25. – 31. Tag p. p.	Puerperalkontrolle 1 transrektale Palpation und Differenzierung in gestörten und ungestörten Puerperalverlauf		
2.	39. – 45. Tag p. p.	Puerperalkontrolle 2 (bei Kühen mit pathologischem Vaginalausfluss zur Puerperalkontrolle 1) transrektale Palpation und Differenzierung in gestörten und ungestörten Puerperalverlauf		
3.	53. – 59. Tag p. p.	Puerperalkontrolle 3 (bei Kühen mit pathologischem Vaginalausfluss zur Puerperalkontrolle 3) transrektale Palpation und Differenzierung in gestörten und ungestörten Puerperalverlauf		
	60. – 66. Tag p. p.	Rückenfettdickemessung		

4.	60. - 200. Tag p. p.	Dokumentation aller Besamungen, Fruchtbarkeitsdaten, Erkrankungen; Differenzierung in gestörte und ungestörte Entwicklung des Reproduktionstraktes bis zur Trächtigkeit
----	----------------------	---



0. Aufnahmeuntersuchung / Applikation von GnRH, PG, NaCl

1. Puerperalkontrolle 1

2. Puerperalkontrolle 2

3. Puerperalkontrolle 3

4. Zeitraum der Besamungen

Abbildung 1: Graphische Darstellung der Untersuchungen und Behandlungen (GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α}, RFD = Rückenfettdicke)

Die erste Puerperalkontrolle (PK 1) nach der Behandlung fand im Zeitraum vom 25. bis 31. Tag p. p. statt (Tabelle 7). Alle Kühe wurden einer transrektalen Palpation unterzogen. Dabei wurde hier anhand der Befunde festgelegt, ob die Kühe einen gestörten oder ungestörten Puerperalverlauf zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. aufwiesen. Wurde zu dieser Untersuchung pathologischer Vaginalausfluss festgestellt, wurden diese Kühe mit 5 ml Enzaprost® T intramuskulär behandelt.

Zur zweiten Puerperalkontrolle (PK 2), welche im Zeitraum vom 39. bis 46. Laktationstag wie die vorherige Puerperalkontrolle durchgeführt wurde, wurden nur diejenigen Kühe untersucht, die bei der ersten Puerperalkontrolle pathologischen

Vaginalausfluss zeigten oder neu mit solchem auffielen. Es wurde festgestellt, ob ein ungestörter oder gestörter Puerperalverlauf in diesem Zeitraum vorlag. Trat pathologischer Vaginalausfluss auf, wurden die Kühe behandelt. Dazu wurde entweder 5 ml Enzaprost® T intramuskulär appliziert oder eine intrauterine Behandlung mit 100 ml Eucacomp®-Lösung durchgeführt.

Zur Untersuchung zwischen dem 53. und 59. Laktationstag, der Puerperalkontrolle 3, wurden Kühe vorgestellt, welche in der vorherigen Puerperalkontrolle 2 pathologischen Vaginalausfluss zeigten oder bei denen das Stallpersonal einen solchen beobachtete. Diese Kühe wurden transrektal und adspektorisch untersucht, woraufhin entschieden wurde, ob der Puerperalverlauf in diesem Zeitraum ungestört oder gestört war. Kühe mit pathologischem Vaginalausfluss wurden wie oben beschrieben behandelt.

Alle Erkrankungen des Genitaltraktes, wie Endometritiden und Ovarialzysten, die nach dem 59. Laktationstag auftraten, wurden vom bestandsbetreuenden Tierarzt diagnostiziert und im betriebseigenen Herdenprogramm dokumentiert. Die Daten dazu wurden in diese Studie aufgenommen.

Die Beurteilung der Körperkondition wurde dreimalig während der gesamten Untersuchungsperiode durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde die Rückenfettdicke sonographisch gemessen. Zur Beurteilung der Kondition in der Trockenstehzeit wurden die Kühe erstmals zum 260. bis 266. Trächtigkeitstag gemessen, also circa 14 Tage vor der Kalbung. Die zweite Messung wurde am Tag der hormonellen Behandlung zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. durchgeführt, die dritte Messung fand am 60. bis 66. Laktationstag statt.

3.6 Kriterien

Aufgrund der Anamnese und der Befunde aus der Untersuchung zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. wurden die Kühe einer der beiden Gruppen zugeordnet:

- Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.
- Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.

Die Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. erfüllten alle der folgenden Kriterien:

- Abgang der Nachgeburt innerhalb von 12 Stunden p. p.
- kein oder abbindender, geruchsneutraler Vaginalausfluss
- in der transrektalen Palpation abgrenzbarer bis umfassbarer Uterus

Für Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. traf mindestens eines der folgenden Kriterien zu:

- kein Abgang der Nachgeburt innerhalb von 12 Stunden p. p.
- dünnflüssiger, klumpiger oder wässriger Vaginalausfluss
- übelriechender oder stinkender Vaginalausfluss
- ein in der transrektalen Palpation nicht abgrenzbarer Uterus

Der weitere Puerperalverlauf nach Behandlung wurde neu evaluiert.

Kühe mit ungestörtem Puerperalverlauf erfüllten alle folgenden Kriterien:

- in der transrektalen Palpation ein unter der Hand versammelbarer Uterus
- kein oder abbindender, geruchsneutraler, klarer bis leicht trüber Vaginalausfluss

Kühe mit gestörtem Puerperalverlauf wiesen mindestens eines der folgenden Kriterien auf:

- transrektal palpierbarer Uterus, welcher umfassbar, abgrenzbar oder nicht abgrenzbar ist
- pathologischer Vaginalausfluss (schleimig mit Eiterflocken, schleimig-eitrig oder eitrig, überriechend bis stinkend).

War der Uterus in der transrektalen Palpation unter der Hand versammelbar, galt er als in seine ingravide Größe zurückgebildet.

Kühe, die zwischen dem 60. und 200. Laktationstag oder bis zur erfolgten Konzeption an einer Endometritis oder einem Ovarialzystensyndrom erkrankten, zeigten eine gestörte Entwicklung der Reproduktionsorgane. Bei allen anderen erfolgte eine ungestörte Entwicklung der Reproduktionsorgane.

3.7 Methoden

3.7.1 Transrektale Untersuchung

3.7.1.1 Transrektale Palpation

Die Palpation im Rahmen der transrektalen Untersuchung wurde wie von Grunert (1990) beschrieben durchgeführt. Dabei wurde mit der konisch geformten Hand, welche mit einem gleitfähig gemachten Handschuh geschützt war, in das Rektum eingegangen und der Uterus untersucht. Danach wurde nach Möglichkeit das gegebenenfalls in der Vagina angesammelte Sekret heraus massiert. Für alle Kühe wurden die in Tabelle 8 und 9 beschriebenen Parameter erhoben und dokumentiert.

Tabelle 8: Befunde der transrektalen Untersuchung modifiziert nach Grunert (1990)

Parameter	Grad	Befunde
Größe	1	Gebärmutter unter der Hand zu versammeln
	2	Gebärmutter mit der Hand zu umfassen
	3	Gebärmutter mit der Hand nach kranial abzugrenzen
	4	Gebärmutter nicht mit der Hand nach kranial abzugrenzen
Kontraktilität	0	Gebärmutter schlaff, wenig kontraktile
	1	mäßige Kontraktionsbereitschaft
	2	starke Kontraktionsbereitschaft
Konsistenz	0	schlaff, ohne Fluktuation
	1	prall, mit Fluktuation

Zur Aufnahmeuntersuchung zwischen dem 11. und 14. Tag p.p. wurde der Vaginalausfluss wie in Tabelle 9 beschrieben klassifiziert.

Tabelle 9: Beurteilung des Vaginalausflusses zur Aufnahmeuntersuchung

Charakter des Vaginalausflusses	Befunde
Viskosität	→ schleimig, dünnflüssig, wässrig, klumpig
Geruch	→ neutral, übelriechend, stinkend
Aussehen	→ klar, klar mit Eiterflocken, schleimig-eitrig, eitrig
Blutbeimengungen	→ mit/ohne

Zu den Puerperalkontrollen ab dem 25. Tag p. p. wurde der Vaginalaufluss wie von Dohmen et al. (1995) beschrieben (Tabelle 10).

Tabelle 10: Beschreibung des vaginalen Ausflusses nach Dohmen et al. (1995)

Charakteristik	Anteil an Eiter
kein Ausfluss, oder klarer bis trüber Ausfluss	0%
schleimiger Ausfluss mit Eiterflocken	< 50%
schleimig- eitrig Ausfluss	Circa 50 %
eitrig Ausfluss	> 50 %
übelriechender, rotbrauner, dünnflüssiger Ausfluss	> 50 %

3.7.1.2 Transrektale Sonographie

Bei dem verwendeten Ultraschallgerät handelte es sich um das Modell Tringa Linear der Firma Esaote Pie Medical, welche ihren Sitz in Köln hat. Das Gerät ist mit einem Linearschallkopf mit 7,5 MHz ausgestattet. Die Untersuchung wurde wie von Kähn (1991) und Reeves et al. (1984) beschrieben durchgeführt.

Die Sonde wurde dabei nach vorheriger transrektalearer Palpation in das Rektum eingeführt, dorsal auf den Uterus aufgelegt und von dort aus nach lateral geschwenkt. Der Uterusinnendurchmesser wurde an der am weitesten kranial zu erreichenden Stelle des Uterus gemessen, um den Füllungsgrad zu bestimmen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Charakterisierung des Füllungsgrades des Uterus im Ultraschallbild zur Aufnahmeuntersuchung (cm = Zentimeter)

Grad	Füllung	Uteruslumendurchmesser in cm
0	keine	0
1	gering	< 1
2	mittel	1 – 4
3	stark	> 4

3.7.2 Sonographische Rückenfettdickemessung

Die Körperkondition wurde mittels Rückenfettdickemessung (RFD) bestimmt, wie sie von Staufenbiel (1997) beschrieben wurde. Hierzu wurde ein Ultraschallgerät des Modells Tringa Linear der Firma Esaote Pie Medical genutzt, welche ihren Sitz in Köln hat. Das Gerät ist mit einem Linearschallkopf mit 7,5 MHz ausgestattet.

Die Messung erfolgte auf einer imaginären, zwischen den oberen Begrenzungspunkten von Hüft- und Sitzbeinhöcker befindlichen Linie. Auf dieser wurde etwa eine Handbreit kranial vor dem Sitzbeinhöcker die stärkste Rückenfettdicke gemessen. Der Ultraschallkopf wurde mit geringem Druck auf das mit 70 % -igem Alkohol befeuchtetem Hautareal auf die Haut aufgesetzt. Gemessen wurde der Abstand zwischen der äußeren Hautbegrenzung und der Fascia trunci profunda, welche sich als gerade, parallel zum Schallkopf verlaufende Linie darstellt. Die Hautdicke gilt als konstant und wurde als feste Größe in die RFD mit einbezogen. Die RFD wurde in Millimetern abgelesen und notiert.

Die Messung erfolgte dreimalig im gesamten Untersuchungszeitraum. Erstmals etwa zwei Wochen vor der Kalbung, also zwischen dem 260. und 266. Trächtigkeitstag, danach zur Aufnahmeuntersuchung zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. und zuletzt im Zeitraum vom 60. bis 66. Laktationstag.

3.8 Milchleistung

Um die Milchleistung der Kühe auszuwerten, wurde der Durchschnitt aller bis zum 100. Laktationstag durchgeführten Milchleistungsprüfungen ermittelt. Diese erfolgten einmal monatlich durch den Landesverband Thüringer Rinderzüchter (LTR). Dabei wurden alle laktierenden Kühe ab frühestens dem fünften Laktationstag geprüft.

Innerhalb der ersten 100 Laktationstage wurden ein bis drei Milchproben pro Kuh entnommen, woraus die durchschnittliche Milchmenge jeder Kuh ermittelt wurde. Es wurde von 304 Kühen die Milchmenge gemessen. Von einer Kuh wurden keine Daten ermittelt, da sie vor der ersten Milchleistungsprüfung abging.

3.9 Erkrankungen und Abgänge

Das computerunterstützte Herdenprogramm des Betriebs dokumentierte bis zur erfolgreichen Konzeption, bis zum Abgang oder bis zum 200. Laktationstag aufgetretene Erkrankungen. Diese wurden in Stoffwechsel-, Euter-, Klauen- und Gliedmaßenkrankungen sowie sonstige Erkrankungen eingeteilt. Labmagenverlagerungen und andere gastrointestinalen Erkrankungen wurden den Stoffwechselerkrankungen zugerechnet. Bei Eutererkrankungen waren Mastitiden und Blutmelken inbegriffen. Hautinfektionen, wie Schenkel-Euter-Ekzeme und Schwanznekrosen, außerdem Erkrankungen des Respirationstraktes und andere Infektionen, wurden zu sonstige Erkrankungen zusammengefasst.

Mithilfe des Herdenmanagementprogramms wurden ebenfalls die Abgänge mit Datum, Laktationstag und Abgangsursache dokumentiert.

3.10 Fruchtbarkeitskennziffern

Für jede tragende Kuh wurden die Anzahl der Besamungen, das Datum der ersten Besamung sowie das Datum derjenigen Besamung erhoben, welche zur Konzeption führte. Daraus wurde die Trächtigkeitsrate bis zum 200. Laktationstag, die Rast- und Günstzeit, der Besamungsindex und die Anzahl der Besamungen insgesamt sowie der Erstbesamungserfolg ermittelt (Busch, 1995; Mansfeld et al., 1999; Bostedt, 2003b; Hoedemaker et al., 2007). In Tabelle 12 sind die Fruchtbarkeitskennziffern mit Definition beschrieben.

Tabelle 12: Definition der Fruchtbarkeitskennzahlen modifiziert nach Busch (1995), Mansfeld et al. (1999), Bostedt (2003b) und Hoedemaker et al. (2007); (LT = Laktationstag)

Begriff	Definition
Rastzeit	Intervall Kalbung bis 1. Besamung
Güstzeit (Zwischentragezeit)	Intervall Kalbung bis 1. Trächtigkeitstag
Trächtigkeitsrate	$\frac{\text{Anzahl aller am 200. LT tragenden Tiere}}{\text{Anzahl aller Tiere}}$
Erstbesamungserfolg (EBE)	$\frac{\text{Anzahl tragender Tiere nach 1. Besamung} \times 100}{\text{Anzahl Erstbesamungen}}$
Besamungsindex (BI)	$\frac{\text{Anzahl aller Besamungen}}{\text{Anzahl tragender Tiere}}$
Anzahl der Besamungen	$\frac{\text{Anzahl aller Besamungen bis zum 200. LT}}{\text{Anzahl aller Tiere}}$

3.11 Dokumentation

Alle Daten wurden im Programm Microsoft Office XP Professional Excel aufgenommen.

Die Befunde aller Behandlungs- bzw. Untersuchungstage wurden in einem Vordruck dokumentiert und anschließend in die Exceltabelle übertragen.

Für die Datenerfassung wurde das vom Milchviehbetrieb genutzte und computerunterstützte Herdenprogramm Herde Version 5.3.1 für Windows verwendet. Alle Tierdaten, wie Identifikation, Alter, Abkalbedatum und -verlauf, Erkrankungen und Besamungszeitpunkt und deren Ergebnis wurden mit diesem Programm erfasst und in die Exceltabelle übernommen. Dies galt auch für die Daten der Milchleistungsprüfungen.

Alle Daten wurden bis zum 200. Laktationstag dokumentiert. Um die Besamungserfolge bis zum 200. Laktationstag zu erfassen, wurden die Ergebnisse der Trächtigkeitsuntersuchungen bis zum 242. Laktationstag aufgenommen.

3.12 Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen wurden durch die Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt. Dafür wurde das Statistikpaket BMDP/Dynamic, Release 8.1. (DIXON, 1993) verwendet.

Zur Darstellung der Verteilung der Kühe der drei Behandlungsgruppen aufgegliedert nach dem Puerperalverlauf, der Entwicklung des Reproduktionstraktes mit Zysten- und Endometritisvorkommen, den Besamungserfolgen nach Erst-, Zweit-, oder Drittbesamung, der Trächtigkeitsrate sowie nach Abgängen wurden zweidimensionale Häufigkeitstabellen mithilfe des Programms BMDP4F erstellt. Ebenso wurde bei der Darstellung der Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. verfahren. Zur Überprüfung hierbei entstehender signifikanter Zusammenhänge wurde mithilfe der Programme BMPD4F oder BiAS (Ackermann, 2010) ein Chi-Quadrat-Test (Pearson-Chisquare) angewendet. Die Zusammenhänge beim Vergleich der Behandlungsgruppen der Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. bezüglich des Puerperalverlaufs zwischen dem 39. und 59. Tag p. p. wurden mithilfe des exakten Fisher-Tests nach Freeman-Halton-Prinzip überprüft. Dieser Test wurde auch zur Überprüfung der Zusammenhänge zwischen den Behandlungsgruppen bezüglich des Puerperalverlaufs zwischen dem 53. und 59. Tag p. p. der Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag eingesetzt.

Die Uterusgröße zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. stellt eine Variable mit ordinalem Skalenniveau dar. Daher wurden zur Überprüfung der statistischen Signifikanz der Unterschiede bezüglich der Uterusgröße zwischen den Behandlungsgruppen sowie zwischen Kühen mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. der exakte Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (Programm Testimate) und der exakte Kruskal-Wallis-Test (Programm StatXact) verwendet.

Zur Feststellung, ob die Behandlungsgruppen und der Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. einen signifikanten Einfluss auf die Gützeit hatten oder eine Wechselwirkung zwischen ihnen bezüglich der mittleren Gützeit bestand, wurden eine einfaktorische und zweifaktorische Varianzanalyse mit den Programmen BMDP7D und BMDP2V vorgenommen. Vorab wurden die Originaldaten mithilfe des Programms BMDP1R auf Normalverteilung überprüft. Aufgrund einer rechtsschiefen

Verteilungsform wurden die Originaldaten logarithmisch transformiert und auf diese Weise approximativ in eine symmetrische Form umgewandelt. Daraufhin wurden einfaktorielle und zweifaktorielle Varianzanalysen der Gützeit-Mittelwerte mit den Programmen BMDP7D und BMDP2V vorgenommen.

Zur Überprüfung des Einflusses der Behandlungsgruppen auf die Anzahl der Besamungen wurde der Kruskal-Wallis-Test unter Verwendung des Programms BMDP3S verwendet. Um zu testen, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. und der Anzahl der Besamungen existiert, wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test mithilfe des Programms BMDP3D verwendet.

Mittels multipler logistischer Regression konnte der Einfluss der Milchmenge sowie der Rückenfettdicke und deren Abnahme im Laktationsverlauf auf die Wirkung der hormonellen Behandlungen auf Puerperium, Fruchtbarkeit und Abgang überprüft werden. Weiterhin konnte dabei untersucht werden, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen Milchmenge bzw. der Rückenfettdicke und deren Abnahme in der Laktation mit dem Puerperalverlauf, der Fruchtbarkeit oder dem Abgang besteht.

Zuletzt wurde eine Kovarianzanalyse durchgeführt, um den Einfluss der Milchmenge und der Rückenfettdicke sowie deren Abnahme im Laktationsverlauf auf die Gützeit zu berechnen.

Die Ergebnisse galten als statistisch signifikant, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner oder gleich dem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ entsprach.

3.13 Fragestellungen

Folgende Fragestellungen sollen anhand der Untersuchung beantwortet werden:

- Hat eine hormonelle Behandlung mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ oder Gonadotropin-Releasing-Hormon im Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Einfluss auf den nachfolgenden Puerperalverlauf und die spätere Fruchtbarkeit, unabhängig davon, ob sie ein gestörten oder ungestörten Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. zeigten?
- Hat die Behandlung mit GnRH Vorteile gegenüber der Gabe von $PGF_{2\alpha}$?

- Besteht ein Unterschied in der Wirkung der Hormone in Abhängigkeit davon, ob ein Tier einen ungestörten oder gestörten Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. aufweist?
- Nimmt die Milchleistung des ersten Laktationsdrittels Einfluss auf die Wirkung der hormonellen Behandlung?
- Wirken sich die Körperkondition zu den unterschiedlichen Zeitpunkten der Laktation und die Veränderung der Körperkondition im Laufe der Frühaktation auf den Behandlungserfolg der hormonellen Behandlung aus?

4 Ergebnisse

4.1 Tierkollektiv

Im Untersuchungszeitraum kalbten 354 Kühe, von denen 49 Kühe kurz nach der Kalbung abgingen oder zur Zucht in einen anderen Bestand verkauft wurden und dadurch nicht in die Studie einbezogen wurden. Damit wurden letztendlich 305 Kühe untersucht und in die Studie aufgenommen.

Es sind 106 Kühe mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (PG) behandelt worden, 97 Kühe mit Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) und 102 Kühen wurde eine Natriumchlorid-Lösung injiziert (NaCl). Die Kühe waren zu 37,4 % erstgebärend ($n = 114$) und 62,6 % mehrfachgebärend ($n = 191$). Von den Mehrfachgebärenden waren 31,1 % in der 2. Laktation ($n = 95$), 19,7 % in der 3. Laktation ($n = 60$), 7,9 % in der 4. Laktation ($n = 24$) und 3,9 % hatten mindestens die fünfte Laktation erreicht ($n = 12$) (Tabelle 13). Durchschnittlich befanden sich die Kühe in der $2,13 \pm 1,27$ Laktation bei einem Alter von $3,4 \pm 1,4$ Jahren. Etwa Zweidrittel der Kühe waren zwei bis drei Jahre alt, das heißt 38,4 % der Kühe ($n = 117$) waren zwei und 30,2 % der Kühe ($n = 92$) drei Jahre alt (Tabelle 14). Weitere 17,4 % der Kühe hatten ein Alter von vier Jahren ($n = 53$), 9,5 % der Kühe ($n = 29$) von fünf Jahren und die restlichen 4,6 % der Kühe ($n = 14$) waren sechs bis zwölf Jahre alt.

Tabelle 13: Verteilung der Kühe nach ihrer Laktationszahl

Laktationen	Anzahl der Tiere	%
1	114	37,4
2	95	31,1
3	60	19,7
4	24	7,9
>4	12	3,9
total	305	100

Tabelle 14: Verteilung der Kühe aufgegliedert nach ihrem Alter in Jahren

Alter in Jahren	Anzahl der Kühe	%
2	117	38,4
3	92	30,2
4	53	17,4
5	29	9,5
6	10	3,3
7	1	0,3
8	2	0,7
> 8	1	0,3

Bei 69,2 % der Kühe (n = 211) verlief die Abkalbung ohne Hilfestellung, bei 30,8 % der Kühe (n = 94) war Hilfestellung notwendig. 28,9 % der Kühe (n = 88) hatten einen mittelschweren Kalbeverlauf und 2 % der Kühe (n = 6) einen schweren Kalbeverlauf. Es wurde weder ein Kaiserschnitt noch eine Fetotomie durchgeführt.

Bei pluriparen Kühen wurde weniger häufig Hilfestellung geleistet als bei primiparen. Pluripara kalbten zu 78 % ohne Hilfestellung und Primipara zu 54,4 % (Tabelle 15).

Tabelle 15: Verteilung der Primi- und Pluripara aufgegliedert nach Geburtsverlauf

	ohne Hilfestellung		mit Hilfestellung		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Primipara	62	54,4	52	45,6	114	100
Pluripara	149	78,0	42	22,0	191	100
total	211	69,2	94	30,8	305	100

Insgesamt traten bei 2 % der Kühe (n = 6) Totgeburten auf, wovon zwei primipare Kühe und vier pluripare betroffen waren. 3,3 % der Abkalbungen (n = 10) waren Zwillingengeburt. Von den lebend geborenen Kälbern sind insgesamt 167 Kälber männlich und 142 Kälber weiblich (Tabelle 16).

Tabelle 16: Verteilung der Geburten mit lebenden weiblichen und männlichen Kälbern aufgliedert nach ihrem Kalbeverlauf

Geschlecht der Kälber	ohne Hilfestellung		mit Hilfestellung		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
weiblich	108	76,1	34	23,9	142	100
männlich	105	62,9	62	37,1	167	100
total	213	68,9	96	31,1	309	100

Nach der Kalbung entwickelten 11,1 % der Kühe (n = 34) eine Nachgeburtsverhaltung (NGV). Davon hatten vier Kühe eine Zwillingsgeburt und zwei Kühe eine Totgeburt. Bei 41,2 % aller betroffenen Kühe war Geburtshilfe zur Kalbung nötig (n = 14). Bei Kühen ohne Nachgeburtsverhaltung musste bei 29,5 % der Kühe Hilfestellung geleistet werden (Tabelle 17).

Tabelle 17: Verteilung der Kühe, bei denen Hilfestellung zur Kalbung geleistet wurde, mit Tot- oder Zwillingsgeburt auf Kühe mit (n = 34) und ohne Nachgeburtsverhaltung (n = 271; NGV = Nachgeburtsverhaltung)

	Hilfestellung		Totgeburt		Zwillinge	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
NGV	14	41,2	2	5,9	4	11,8
ohne NGV	80	29,5	4	1,5	6	2,2
total	94	30,8	6	2,0	10	3,3

Es konnte bei 47,5 % der Kühe ein gestörtes (n = 145) und bei 52,5 % der Kühe ein ungestörtes Puerperium bis zum 14. Tag (n = 160) festgestellt werden.

Tabelle 18 zeigt, wie sich die Kühe mit ungestörtem und mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Behandlungsgruppen verteilen. Die Verteilung der Behandlungsgruppen auf die Gruppe mit ungestörtem und die Gruppe mit gestörten Puerperium bis zum 14. Tag p. p. erfolgte gleichmäßig ($p = 0,076$).

Tabelle 18: Verteilung der Kühe in den Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p. (GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid, PG = Prostaglandin F_{2α})

Behandlungsgruppe	ungestörtes Puerperium bis zum 14. Tag p. p.		gestörtes Puerperium bis zum 14. Tag p. p.		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
	PG	65	61,3	41	38,7	106
GnRH	47	48,5	50	51,5	97	100
NaCl	48	47,1	54	52,9	102	100
total	160	52,5	145	47,5	305	100

4.2. Gynäkologische Befunde zur Untersuchung zwischen dem 11. und 14. Tag post partum

Zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. war bei 24,9 % der Kühe (n = 76) der Uterus transrektal umfassbar, bei 62 % der Kühe (n = 189) abgrenzbar und bei 13,1 % der Kühe (n = 40) nicht abgrenzbar. Primipare Kühe hatten zu 20,2 % (n = 23) einen transrektal umfassbaren Uterus, wohingegen bei pluriparen Kühen zu 27,7 % (n = 53) der Uterus transrektal umfassbar war (Tabelle 19).

Tabelle 19: Verteilung der primiparen und pluriparen Kühe aufgegliedert nach ihrer Uterusgröße zwischen dem 11. und 14. Tag p. p.; die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

	umfassbar		abgrenzbar		nicht abgrenzbar		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
	Primipara	23	20,2	78	68,4	13	11,4	114
Pluripara	53	27,7	111	58,1	27	14,1	191	100
total	76	24,9	189	62,0	40	13,1	305	100

Bei 58,4 % der Kühe (n = 178) konnte ein physiologischer Vaginalausfluss beobachtet werden. 40,3 % (n = 123) des Tierkollektives zeigten einen Vaginalausfluss, welcher vom physiologischen Befund abwich. Bei 1,3 % der Kühe (n = 4) zeigte sich kein Ausfluss. Eine der vier Kühe ohne Ausfluss wurde der Gruppe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufgrund von transrektal nicht abgrenzbarem Uterus zugeordnet. Von den 182 Kühen, welche keinen oder einen physiologischem Vaginalausfluss zeigten, hatten 8,2 % (n = 15) einen transrektal nicht abgrenzbaren Uterus.

Die Kühe mit pathologischem Ausfluss wichen zu 54,5 % (n = 67) in beiden Parametern ab. 38,2 % der Kühe (n = 47) zeigten ausschließlich Abweichungen in der Viskosität und 7,3 % der Kühe (n = 9) ausschließlich vom Geruch.

Von den 301 Kühen mit Vaginalausfluss hatten 36,2 % der Kühe eitrigen Ausfluss (n = 109) und bei 35,2 % der Kühe war der Ausfluss schleimig-eitrig (n = 106). 26,9 % hatten Vaginalausfluss mit Eiterflocken (n = 81) und 1,7 % der Kühe (n = 5) klaren Vaginalausfluss. Weitere Ergebnisse der Ausflusscharakterparameter sind in Tabelle 20 beschrieben.

Tabelle 20: Verteilung der Kühe (n = 301) aufgegliedert nach ihren Ausflussparametern zwischen dem 11. und 14. Tag p.p.; die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

Charakter des Vaginalausfluss	Kühe	
	Anzahl	%
Viskosität		
schleimig	187	62,1
klumpig	45	15,0
dünnflüssig	59	19,6
wässrig	10	3,3
total	301	100
Geruch		
neutral	225	74,8
übelriechend	46	15,3
stinkend	30	10,0
total	301	100
Aussehen		
klar	5	1,7
klar mit Eiterflocken	81	26,9
schleimig-eitrig	106	35,2
eitrig	109	36,2
total	301	100
Blutbeimengungen		
mit	160	53,2
ohne	141	46,8
total	301	100

Insgesamt wurde bei der transrektalen Sonographie des Uterus bei 13,1 % der Kühe (n = 40) eine geringe Füllung des Uterus nachgewiesen. 46,6 % der Kühe hatten eine mittlere Uterusfüllung (n = 142) und bei 40,3 % des Tierkollektives lag eine starke Uterusfüllung (n = 123) vor. Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. hatten zu 62,8 % einen stark gefüllten Uterus (n = 91), wohingegen Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. nur zu 20 % einen stark gefüllten Uterus in der Sonographie aufwiesen (n = 32; Tabelle 21).

Tabelle 21: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufgegliedert nach sonographisch gemessenem Füllungsgrad des Uterus; die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

	gering		mittel		stark		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört	38	23,8	90	56,3	32	20,0	160	100
gestört	2	1,4	52	35,9	91	62,8	145	100
total	40	13,1	142	46,6	123	40,3	305	100

4.3 Erkrankungen im Puerperium bis zum 14. Tag post partum

Bis zum 14. Tag post partum sind 43,6 % der Kühe (n = 133) mindestens einmal erkrankt (Tabelle 22).

Tabelle 22: Erkrankungshäufigkeit im Tierkollektiv (n = 305)

Erkrankungshäufigkeit	Anzahl	%
nicht erkrankt	172	56,4
erkrankt	133	43,6
davon einmal	108	81,2
davon mehrmals	25	18,8

4.4 Verlauf des Puerperiums zwischen dem 25. und 31. Tag post partum

Bei der Puerperalkontrolle zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. hatten 38,4 % der Kühe (n = 117) einen ungestörten Puerperalverlauf, bei dem der Uterus in seine physiologische Größe zurückgebildet und der Vaginalausfluss von physiologischem Charakter war (Tabelle 23). Zwischen den Behandlungsgruppen bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Puerperalverlaufes zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. ($p = 0,46$).

Tabelle 23: Verteilung der Kühe auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Verlauf des Puerperiums zwischen dem 25. und 31. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,46$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin $F_{2\alpha}$)

Behandlungsgruppe	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
PG	39	36,8	67	63,2	106	100
GnRH	34	35,1	63	64,9	97	100
NaCl	44	43,1	58	56,9	102	100
total	117	38,4	188	61,6	305	100

Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zeigten vom 25. bis 31. Tag p. p. zu 50,6 % einen ungestörten Puerperalverlauf (n = 81) und zu 49,4 % einen gestörten (n = 79). Kühe, welche bis zum 14. Tag p. p. mit gestörtem Puerperium auffielen, zeigten zwei Wochen später zu 24,8 % einen ungestörten Puerperalverlauf (n = 36) und zu 75,2 % einen gestörten (n = 109) (Tabelle 24). Damit leiden Kühe, welche bis zum 14. Tag ein gestörtes Puerperium hatten, signifikant häufiger an einem gestörten Puerperalverlauf zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. als Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ($p < 0,0001$).

Tabelle 24: Verteilung der Kühe nach Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. aufgliedert nach Verlauf des Puerperiums zwischen dem 25. und 31. Tag p. p.; es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen mit ungestörtem und gestörtem Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. ($p < 0,0001$)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört	81	50,6	79	49,4	160	100
gestört	36	24,8	109	75,2	145	100
total	117	38,4	188	61,7	305	100

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass Kühe, welche bis zum 14. Tag p. p. ein gestörtes Puerperium hatten, nach hormoneller Behandlung signifikant häufiger einen gestörten Puerperalverlauf zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. hatten als unbehandelte Kühe mit gestörtem Puerperium (PG: 85,4 %, GnRH: 80,0 %, NaCl: 63,0 %; $p = 0,027$; Tabelle 25). Bei Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. konnte bezüglich ihres Puerperalverlaufs zwischen dem 25. und 39. Tag p. p. kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen nachgewiesen werden ($p = 0,99$).

Tabelle 25: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Verlauf des Puerperiums zwischen dem 25. und 31. Tag p. p.; ¹⁾ es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,99$); ²⁾ es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,027$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α})

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungsgruppe	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört ¹⁾						
PG	33	50,8	32	49,2	65	100
GnRH	24	51,1	23	48,9	47	100
NaCl	24	50,0	24	50,0	48	100
total	81	59,6	79	49,4	160	100
gestört ²⁾						
PG	6	14,6	35	85,4	41	100
GnRH	10	20,0	40	80,0	50	100
NaCl	20	37,0	34	63,0	54	100
total	36	24,8	109	75,2	145	100

Bei etwa der Hälfte der Kühe war mit 49,8 % ($n = 152$) der Uterus vom 25. bis 31. Tag p. p. soweit zurückgebildet, dass dieser bei der transrektalen Palpation unter der Hand versammelbar war. Bei 48,9 % der Kühe ($n = 149$) war der Uterus umfassbar und bei 1,3 % der Kühe ($n = 4$) abgrenzbar.

Zwischen den Behandlungsgruppen konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der transrektal palpierbaren Uterusgröße zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. nachgewiesen werden ($p = 0,55$; Tabelle 26).

Tabelle 26: Verteilung der Kühe auf die Behandlungsgruppen aufgliedert nach der transrektal palpierbaren Uterusgröße zwischen dem 25. und 31. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,55$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin $F_{2\alpha}$); die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

Behandlungsgruppe	unter der Hand versammelbar		umfassbar		abgrenzbar		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
PG	49	46,2	54	50,9	3	2,8	106	100
GnRH	50	51,5	47	48,5	0	0	97	100
NaCl	53	52,0	48	47,1	1	1,0	102	100
total	152	49,8	149	48,9	4	1,3	305	100

Bei Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. hat sich der Uterus in 56,9 % ($n = 91$) der Fälle zu seiner ingraviden Größe zurückgebildet. Unter den Kühen mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. lag dieser Anteil nur bei 42,1 % ($n = 61$, Tabelle 27). Diese Differenz ist signifikant ($p = 0,0079$).

Tabelle 27: Verteilung der Kühe auf ungestörtes und gestörtes Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufgliedert nach der transrektal palpierbaren Uterusgröße zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. (p. p = post partum); es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen ($p = 0,0079$); die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

Puer- perium bis zum 14. Tag p. p.	unter der Hand versammelbar		umfassbar		abgrenzbar		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört	91	56,9	68	42,5	1	0,6	160	100
gestört	61	42,1	81	55,9	3	2,1	145	100
total	152	49,8	149	48,9	4	1,3	305	100

Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zeigten zwischen den Behandlungsgruppen in der transrektal palpierbaren Uterusgröße keine signifikanten Unterschiede ($p = 0,88$; Tabelle 28). Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. hatten nach Behandlung mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ zu 31,7 % ($n = 13$) einen Uterus, welcher transrektal unter der Hand versammelbar war. Bei mit GnRH behandelten Kühen war dies zu 44 % ($n = 22$) und bei den Kontrollkühen zu 48,1 % ($n = 26$) feststellbar, wobei kein signifikanter Unterschied feststellbar war ($p = 0,20$).

Tabelle 28: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Behandlungsgruppen aufgliedert nach der transrektal palpierbaren Uterusgröße zwischen dem 25. und 31. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen (¹) p = 0,88; ²) p = 0,20; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α}); die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungsgruppe	unter der Hand versammelbar		umfassbar		abgrenzbar		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört ¹⁾								
PG	36	55,4	28	43,1	1	1,5	65	100
GnRH	28	59,6	19	40,4	0	0	47	100
NaCl	27	56,3	21	43,8	0	0	48	100
total	91	56,9	68	42,5	1	0,6	160	100
gestört ²⁾								
PG	13	31,7	26	63,4	2	4,9	41	100
GnRH	22	44,0	28	56,0	0	0	50	100
NaCl	26	48,1	27	50,0	1	1,9	54	100
total	61	42,1	81	55,9	3	2,1	145	100

Bei Kühen in Erstlaktation hat sich der Uterus bei 63,2 % der Kühe (n = 72) häufiger in seinen ingraviden Zustand zurückgebildet als bei Kühen, welche mindestens in der zweiten Laktation waren. Bei diesen konnte bei 41,9 % der Kühe (n = 80) zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. ein transrektal unter der Hand versammelbarer Uterus palpirt werden (Tabelle 29).

Tabelle 29: Verteilung der primiparen und pluriparen Kühe nach der transrektal palpierbaren Uterusgröße zwischen dem 25. und 31. Tag p. p.; die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

Laktationszahl	unter der Hand versammelbar		umfassbar		abgrenzbar		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Primipara	72	63,2	42	36,8	0	0	114	100
Pluripara	80	41,9	107	56,0	4	2,1	191	100
total	152	49,8	149	48,9	4	1,3	305	100

Pathologischer Vaginalausfluss wurde bei 32,8 % der Kühe beobachtet. Bei allen drei Behandlungsgruppen wurde ähnlich häufig pathologischer Vaginalausfluss festgestellt (PG: n = 35; 33,0 %; GnRH: n = 32; 33,0 %; NaCl: n = 33; 32,4 %). Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen ($p = 0,99$). Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zeigten mit 18,1 % signifikant seltener pathologischen Ausfluss zur Untersuchung zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. gezeigt als Kühe mit gestörtem Puerperium, bei denen 49 % pathologischen Vaginalausfluss hatten ($p < 0,0001$; Tabelle 30).

Tabelle 30: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf Kühe mit physiologischem und pathologischem Vaginalausfluss zwischen dem 25. und 31. Tag p. p.; der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,0001$)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	pathologisch		physiologisch		total	
	Anzahl	%	Anzahl	Anzahl	%	Anzahl
ungestört	29	18,1	131	81,9	160	100
gestört	71	49,0	74	51,0	145	100
total	100	32,8	205	67,2	305	100

Bei Kühen mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ist nach Hormonbehandlung tendenziell häufiger pathologischer Vaginalausfluss nachgewiesen worden als bei Kontrolltieren (PG: 56,1 %; GnRH: 52,0 %; NaCl: 40,7 %; Tabelle 31). Bei Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ist nach GnRH-Behandlung tendenziell eher seltener pathologischer Ausfluss festgestellt worden als nach PGF_{2α}-Gabe oder in der Kontrollgruppe (PG: 18,5 %; GnRH: 12,8 %; NaCl: 22,9 %). Der Unterschiede sind dabei statistisch nicht signifikant (ungestört: p = 0,44; gestört: p = 0,29).

Tabelle 31: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Behandlungsgruppe auf Kühe mit physiologischem und pathologischem Vaginalausfluss zwischen dem 25. und 31. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied (¹) p = 0,44; ²) p = 0,29; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon; NaCl = Natriumchlorid-Lösung; PG = Prostaglandin F_{2α})

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungs- gruppe	pathologisch		physiologisch		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört ¹⁾						
PG	12	18,5	53	81,5	65	100
GnRH	6	12,8	41	87,2	47	100
NaCl	11	22,9	37	77,1	48	100
total	29	18,1	131	81,9	160	100
gestört ²⁾						
PG	23	56,1	18	43,9	41	100
GnRH	26	52,0	24	48,0	50	100
NaCl	22	40,7	32	59,3	54	100
total	71	49,0	74	51,0	145	100

4.5 Verlauf des Puerperiums zwischen dem 39. und 45. Tag post partum

Zum Zeitpunkt der zweiten Puerperalkontrolle weist fast jedes fünfte Tier (19,2 %) ein gestörtes Puerperium ($n = 57$) auf. Zwischen den Behandlungsgruppen besteht zwischen dem 39. bis 45. Tag p. p. kein signifikanter Unterschied ($p = 0,84$; Tabelle 32).

Tabelle 32: Verteilung der Kühe auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Verlauf des Puerperiums zwischen dem 39. und 45. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,84$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin $F_{2\alpha}$)

Behandlungs- gruppe	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
PG	83	79,8	21	20,2	104	100
GnRH	77	82,8	16	17,2	93	100
NaCl	80	80,0	20	20,0	100	100
total	240	80,8	57	19,2	297	100

Kühe, welche mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. beobachtet wurden, hatten signifikant häufiger einen gestörten Puerperalverlauf zwischen dem 39. und 45. Tag p. p. als Kühe mit einem ungestörten Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ($p < 0,0001$; Tabelle 33).

Tabelle 33: Verteilung der Kühe bei ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufgliedert nach Verlauf des Puerperiums zwischen dem 39. und 45. Tag p. p., es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ($p < 0,0001$; p. p. = post partum)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört	141	89,8	16	10,2	157	100
gestört	99	70,7	41	29,3	140	100
total	240	80,8	57	19,2	297	100

Beide Hormonbehandlungen hatten bei Kühen mit ungestörtem wie auch bei Kühen mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. keinen signifikanten Einfluss auf den Puerperalverlauf zwischen dem 39. und 45. Tag p. p. (ungestört: $p = 0,64$; gestört: $p = 0,85$; Tabelle 34).

Tabelle 34: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Puerperalverlauf zwischen dem 39. und 45. Tag p. p., es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen (¹⁾ p = 0,64; ²⁾ p = 0,85; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α})

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungsgruppe	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört ¹⁾						
PG	56	87,5	8	12,5	64	100
GnRH	42	93,3	3	6,7	45	100
NaCl	43	89,6	5	10,4	48	100
total	141	89,8	16	10,2	157	100
gestört ²⁾						
PG	27	67,5	13	32,5	40	100
GnRH	35	72,9	13	27,1	48	100
NaCl	37	71,2	15	28,8	52	100
total	99	70,7	41	29,3	140	100

4.6 Verlauf des Puerperiums zwischen dem 54. und 59. Tag post partum

In der Zeit von 54. bis 59. Tag p. p. zeigten nur 5,1 % der Kühe (n = 15) einen gestörten Puerperalverlauf. Die Kühe, welche mit Prostaglandin F_{2α} behandelt worden waren, hatten zu 2,9 % einen gestörten Puerperalverlauf (n = 3). Bei den mit GnRH behandelten Kühen waren 5,4 % der Kühe (n = 5) und in der Kontrollgruppe 7,1 % der Kühe (n = 7) mit gestörtem Puerperalverlauf zwischen dem 54. und 59. Tag p. p. beobachtet worden (Tabelle 35). Es besteht zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied (p = 0,39).

Tabelle 35: Verteilung der Kühe auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Verlauf des Puerperiums zwischen dem 54. und 59. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,39$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin $F_{2\alpha}$)

Behandlungs- gruppe	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
PG	100	97,1	3	2,9	103	100
GnRH	88	94,6	5	5,4	93	100
NaCl	91	92,9	7	7,1	98	100
total	279	94,9	15	5,1	294	100

Der Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p. hatte auf den Puerperalverlauf zwischen dem 54. und 59. Tag p. p. einen signifikanten Einfluss (Tabelle 36). Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. wurden mit 1,3 % ($n = 2$) signifikant seltener mit gestörtem Puerperium zwischen dem 54. und 59. Tag p. p. beobachtet als Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.. Bei letzteren wurden 9,4 % der Kühe ($n = 13$) mit gestörtem Puerperalverlauf zwischen dem 54. und 59. Tag p. p. beobachtet ($p = 0,0017$).

Tabelle 36: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufgegliedert nach Verlauf des Puerperiums zwischen dem 54. und 59. Tag p. p.; es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen mit gestörtem und ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ($p = 0,0017$)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört	153	98,7	2	1,3	155	100
gestört	126	90,6	13	9,4	139	100
total	279	94,9	15	5,1	294	100

Die hormonelle Behandlung verbesserte bei Kühen mit ungestörtem wie auch bei Kühen mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. nicht signifikant den Puerperalverlauf im Zeitraum zwischen dem 54. und 59. Laktationstag (ungestört: $p = 0,75$; gestört: $p = 0,41$; Tabelle 37).

Tabelle 37: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Puerperalverlauf zwischen dem 54. und 59. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (¹ $p = 0,75$; ² $p = 0,41$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α})

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungsgruppe	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört ¹⁾						
PG	62	98,4	1	1,6	63	100
GnRH	44	97,8	1	2,2	45	100
NaCl	47	100	0	0	47	100
total	96	61,9	59	38,1	155	100
gestört ²⁾						
PG	38	95,0	2	5,0	40	100
GnRH	44	91,7	4	8,3	48	100
NaCl	44	86,3	7	13,7	51	100
total	84	60,4	55	39,6	139	100

4.7 Entwicklung der Reproduktionsorgane bis zur Trächtigkeit

Innerhalb des Tierkollektives waren 61,2 % der Kühe ($n = 180$) im Zeitraum vom 60. Laktationstag bis zur Konzeption bzw. bis zum 200. Laktationstag gynäkologisch unauffällig (Tabelle 38). Die restlichen 38,8 % der Kühe ($n = 114$) erkrankten an einer Gebärmutterentzündung oder am Ovarialzystensyndrom. Es besteht kein

signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,96$) sowie zwischen den Kühen, die ein ungestörtes und denen, die ein gestörtes Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufwiesen ($p = 0,79$; Tabelle 39).

Tabelle 38: Verteilung der Kühe auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Entwicklung des Reproduktionstraktes bis zur Trächtigkeit; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungen ($p = 0,96$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin $F_{2\alpha}$)

Behandlungs- gruppe	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
PG	62	60,2	41	39,8	103	100
GnRH	57	61,3	36	38,7	93	100
NaCl	61	62,2	37	37,8	98	100
total	180	61,2	114	38,8	294	100

Tabelle 39: Verteilung der Kühe nach Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. aufgegliedert nach Entwicklung des Reproduktionstraktes nach dem 60. Laktationstag; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen mit gestörtem und ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ($p = 0,79$)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört	96	61,9	59	38,1	155	100
gestört	84	60,4	55	39,6	139	100
total	180	61,2	114	38,8	294	100

Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zeigten bezüglich der Häufigkeit des Auftretens einer Endometritis oder des Ovarialzystensyndroms nach Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Behandlung wie auch nach Gonadotropin-Releasing-Hormon-

Gabe keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe ($p = 0,79$; Tabelle 40). Ebenfalls konnte bei Kühen mit gestörtem Puerperium kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Behandlungsgruppen gefunden werden ($p = 0,93$).

Tabelle 40: Verteilung der Kühe auf den Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p. und Behandlungsgruppen aufgegliedert nach Entwicklung des Reproduktionstraktes nach dem 60. Laktationstag; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen (¹⁾ $p = 0,79$; ²⁾ $p = 0,93$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α})

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungsgruppe	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört ¹⁾						
PG	38	60,3	25	39,7	63	100
GnRH	27	60,0	18	40,0	45	100
NaCl	31	66,0	16	34,0	47	100
total	96	61,9	59	38,1	155	100
gestört ²⁾						
PG	24	60,0	16	40,0	40	100
GnRH	30	62,5	18	37,5	48	100
NaCl	30	58,8	21	41,2	51	100
total	84	60,4	55	39,6	139	100

4.7.1 Endometritiden

In der Zeit vom 60. Laktationstag bis zur Trächtigkeit zeigten 20,1 % aller Kühe eine Endometritis ($n = 59$). In der Gruppe, welche mit GnRH behandelt wurden, waren 24,7 % der Kühe ($n = 23$) betroffen. PGF_{2α} behandelte Kühe sind zu 19,4 % an einer Endometritis erkrankt ($n = 20$) und in der Kontrollgruppe waren 16,3 % der Kühe

auffällig (Tabelle 41). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen nachgewiesen werden ($p = 0,34$).

Tabelle 41: Verteilung der Kühe auf die Behandlungsgruppen aufgliedert danach, ob die Kühe an einer Endometritis erkrankt sind oder nicht; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,34$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin $F_{2\alpha}$)

Behandlungs- gruppe	erkrankt		gesund		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
PG	20	19,4	83	80,6	103	100
GnRH	23	24,7	70	75,3	93	100
NaCl	16	16,3	82	83,7	98	100
total	59	20,1	235	79,9	294	100

Bei Kühen, welche bis zum 14. Tag p. p. ein gestörtes Puerperium aufwiesen, wurden mit 23,7 % der Kühe ($n = 33$) etwas mehr Kühe mit einer Endometritis ab dem 60. Laktationstag beobachtet als bei Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.. Hierbei erkrankten 16,8 % der Kühe ($n = 26$) an einer Endometritis (Tabelle 42). Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant ($p = 0,14$).

Tabelle 42: Verteilung der Kühe nach Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p. aufgliedert danach, ob die Kühe an einer Endometritis erkrankten oder nicht; es besteht kein signifikanter Unterschied ($p = 0,14$)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	erkrankt		gesund		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört	26	16,8	129	83,2	155	100
gestört	33	23,7	106	76,3	139	100
total	59	20,1	235	79,9	294	100

Bei ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. erkrankte die Gruppe, die mit GnRH behandelt wurde, mit 24,4 % der Kühe (n = 11) am häufigsten an einer Endometritis (Tabelle 43). In der Gruppe der Kühe, welche mit Prostaglandin behandelt wurden, sind 14,3 % der Kühe (n = 9) erkrankt und in der Kontrollgruppe 12,8 % der Kühe (n = 6). Die Differenz ist statistisch nicht signifikant (p = 0,26).

Bei gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ist der Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen noch geringer und damit ebenfalls nicht signifikant (p = 0,66).

Tabelle 43: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert danach, ob die Kühe an einer Endometritis erkrankten oder nicht; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen (¹ p = 0,26; ² p = 0,66; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α})

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungs- gruppe	erkrankt		gesund		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört ¹⁾						
PG	9	14,3	54	85,7	63	100
GnRH	11	24,4	34	75,6	45	100
NaCl	6	12,8	41	87,2	47	100
total	26	16,8	129	83,2	155	100
gestört ²⁾						
PG	11	27,5	29	72,5	40	100
GnRH	12	25,0	36	75,0	48	100
NaCl	10	19,6	41	80,4	51	100
total	33	23,7	106	76,3	139	100

4.7.2 Ovarialzystensyndrom

Ab dem 60. Laktationstag bis zur Konzeption wurden bei 24,8 % der Kühe (n = 73) mindestens einmal eine Ovarialzyste diagnostiziert. Zwischen den Behandlungsgruppen besteht kein signifikanter Unterschied ($p = 0,62$; Tabelle 44).

Tabelle 44: Verteilung der Kühe auf die Behandlungsgruppen aufgedgliedert danach, ob sie am Ovarialzystensyndrom erkrankt sind oder auf dem Ovar gesund waren; es besteht kein signifikanter Unterschied ($p = 0,62$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin $F_{2\alpha}$)

Behandlungs- gruppe	erkrankt		gesund		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
PG	26	25,2	77	74,8	103	100
GnRH	20	21,5	73	78,5	93	100
NaCl	27	27,6	71	72,4	98	100
total	73	24,8	221	75,2	294	100

Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. wiesen zu 27,1 % Ovarialzysten (n = 42) auf, Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zu 22,3 % (n = 23; Tabelle 45). Die Differenz ist statistisch nicht signifikant ($p = 0,43$).

Tabelle 45: Verteilung der Kühe nach Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p. aufgedgliedert danach, ob sie am Ovarialzystensyndrom erkrankten oder nicht; es besteht keine statistisch signifikante Differenz ($p = 0,43$)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	erkrankt		gesund		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört	42	27,1	113	72,9	155	100
gestört	31	22,3	108	77,7	139	100
total	73	24,8	221	75,2	294	100

In der Gruppe der Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. besteht zwischen den drei Behandlungsgruppen kein signifikanter Unterschied im Vorkommen des Ovarialzystensyndroms ($p = 0,89$; Tabelle 46). Die Kühe, welche in der Gruppe der Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. waren, sind nach hormoneller Behandlung etwas seltener erkrankt als unbehandelte Kühe (PG: 20 %, GnRH: 18,8 %, NaCl: 27,5 %). Diese Differenz ist nicht statistisch signifikant ($p = 0,53$).

Tabelle 46: Verteilung der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf die Behandlungsgruppen aufgegliedert danach, ob sie am Ovarialzystensyndrom erkrankten oder nicht; es besteht kein signifikanter Unterschied (¹) $p = 0,89$; ²) $p = 0,53$; GnRH = Gonadotropin-Releasing-Hormon, NaCl = Natriumchlorid-Lösung, PG = Prostaglandin F_{2α}); die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungs- gruppe	erkrankt		gesund		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ungestört ¹⁾						
PG	18	28,6	45	71,4	63	100
GnRH	11	24,4	34	75,6	45	100
NaCl	13	27,7	34	72,3	47	100
total	42	27,1	113	72,9	155	100
gestört ²⁾						
PG	8	20,0	32	80,0	40	100
GnRH	9	18,8	39	81,3	48	100
NaCl	14	27,5	37	72,5	51	100
total	31	22,3	108	77,7	139	100

4.8 Fruchtbarkeitsleistung

Es konnten 88,5 % der Kühe (n = 270) besamt werden. Von den ursprünglichen 305 Kühen sind 63,6 % der Kühe (n = 194) bis zum 200. Laktationstag (LT) tragend geworden (Tabelle 47, Abbildung 2). In der PG-Gruppe sind 91,5 % der Kühe (n = 97) besamt worden und 63,2 % der Kühe (n = 67) sind tragend geworden. In der GnRH-Gruppe kam es bei 88,7 % der Kühe (n = 86) zur Besamung und 61,9 % der Kühe (n = 60) konzipierten bis zum 200. Laktationstag. In der Kontrollgruppe konnten 86,3 % der Kühe (n = 88) besamt werden, woraufhin 65,7 % der Kühe (n = 67) bis Ende der Dokumentation tragend wurden. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen nachgewiesen werden ($p = 0,85$).

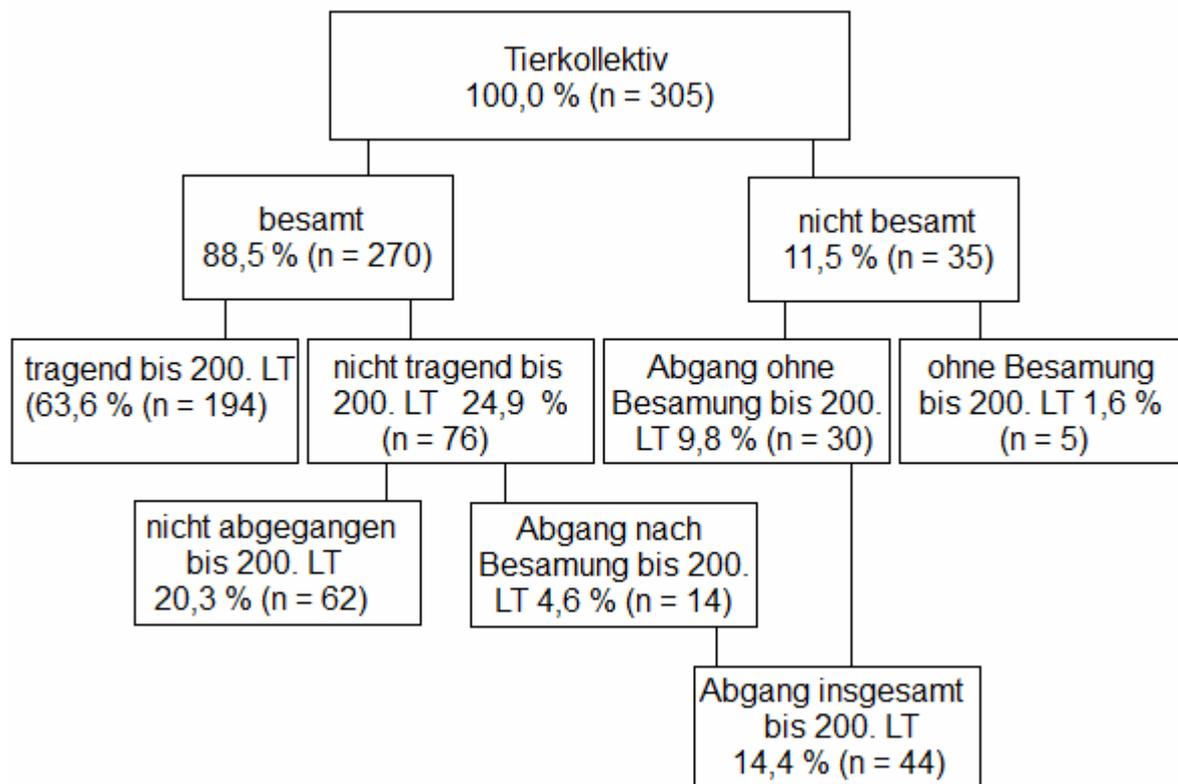


Abbildung 2: Werdegang der Kühe im Tierkollektiv bis zum 200. Laktationstag (LT = Laktationstag, n = Anzahl der Tiere)

Tabelle 47: Trächtigkeitsrate aufgegliedert nach Behandlungsgruppen; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,85$)

Behandlungsgruppe	Trächtigkeitsrate	
	Anzahl der tragenden Tiere	%
Prostaglandin F _{2α}	67	63,2
Gonadotropin-Releasing-Hormon	60	61,9
Natriumchlorid-Lösung	67	65,7
total	194	63,6

Die Kühe, welche bis zum 14. Tag p. p. ein ungestörtes Puerperium zeigten, sind zu 66,9 % ($n = 107$) tragend geworden und Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zu 60,0 % ($n = 87$) (Tabelle 48). Zwischen diesen Kühen besteht kein signifikanter Unterschied ($p = 0,21$).

Tabelle 48: Trächtigkeitsrate bei Kühen mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied ($p = 0,21$)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	Trächtigkeitsrate	
	Anzahl der tragenden Tiere	%
ungestört	107	66,9
gestört	87	60,0
total	194	63,6

Kühe mit ungestörtem wie auch mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zeigten nach hormoneller Behandlung keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe hinsichtlich der Trächtigkeitsrate bis zum 200. Laktationstag (ungestört: $p = 0,44$; gestört: $p = 0,59$; Tabelle 49).

Tabelle 49: Trächtigkeitsrate aufgegliedert nach Behandlungsgruppe bei ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.; es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen (¹) $p = 0,44$; ²) $p = 0,59$)

Puerperium bis zum 14. Tag p. p. Behandlungsgruppe	Trächtigkeitsrate	
	Anzahl der tragenden Tiere	%
ungestört ¹⁾		
Prostaglandin F _{2α}	45	69,2
Gonadotropin-Releasing-Hormon	28	59,6
Natriumchlorid-Lösung	34	70,8
total	107	66,9
gestört ²⁾		
Prostaglandin F _{2α}	22	53,7
Gonadotropin-Releasing-Hormon	32	64,0
Natriumchlorid-Lösung	33	61,1
total	87	60,0

Die Rastzeit im gesamten Tierkollektiv betrug $83,1 \pm 20,4$ Tage. Mit Prostaglandin F_{2α} behandelte Kühe wurden mit $81,3 \pm 18,4$ Tage das erste Mal besamt (Tabelle 38). Bei den Kontrollkühen erfolgte die erste Besamung mit $81,3 \pm 18,9$ Tagen und bei mit Gonadotropin-Releasing-Hormon behandelten Kühen mit durchschnittlich $86,9 \pm 23,4$ Tagen. Für die tragenden Tiere ergab sich eine Zwischentragezeit (Güstzeit) von $115,1 \pm 40,3$ Tagen. Mit $112,2 \pm 42,6$ Tagen hatte die Gruppe, welche mit Prostaglandin F_{2α} behandelt wurde, die kürzeste Gústzeit, gefolgt von der Gonadotropin-Releasing-Hormon-Gruppe mit $116,2 \pm 42,9$ Tagen. Die Kontrollkühe benötigten durchschnittlich $117 \pm 35,8$ Tage bis zur Konzeption. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p = 0,43$).

Zwischen den Kühen, welche bis zum 14. Tag p. p. ein ungestörtes Puerperium und denen, die ein gestörtes Puerperium aufwiesen, besteht kein signifikanter

Unterschied bezüglich der Gützeit ($p = 0,90$; Tabelle 51). Auch hatten die Hormonbehandlungen keinen signifikanten Einfluss auf die Gützeit bei Kühen mit ungestörtem wie gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag ($p = 0,39$; Tabelle 50).

Tabelle 50: Rastzeit und Gützeit aller Kühe und getrennt nach ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufgegliedert nach den Behandlungsgruppen, ¹⁾, ²⁾ es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen (¹⁾ $p = 0,43$; ²⁾ $p = 0,39$; MW = Mittelwert, n = Anzahl der Tiere, SD = Standardabweichung)

Kennziffer Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	Behandlung mit Prostaglandin F _{2α} MW ± SD (n)	Behandlung mit Gonadotropin- Releasing-Hormon MW ±SD (n)	Kontrollgruppe MW ± SD (n)
Rastzeit			
Tierkollektiv	81,3 ± 18,4 (97)	86,9 ± 23,4 (85)	81,3 ± 18,9 (88)
ungestört	80,5 ± 16,9 (60)	86,5 ± 22,4 (41)	76,6 ± 14,1 (45)
gestört	82,7 ± 20,8 (37)	87,3 ± 24,6 (44)	86,2 ± 21,9 (43)
Gützeit			
Tierkollektiv ¹⁾	112,2 ± 42,6 (67)	116,2 ± 42,9 (60)	117,0 ± 35,8 (67)
ungestört ²⁾	114,2 ± 40,6 (45)	115,8 ± 42,0 (28)	110,9 ± 30,1 (34)
gestört ²⁾	108,0 ± 47,1 (22)	116,6 ± 44,3 (32)	123,4 ± 40,3 (33)

Tabelle 51: Rast- und Gützeit aller Kühe und getrennt nach ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.; *es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen mit ungestörtem und denen mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. ($p=0,90$)

Kennziffer Puerperium bis zum 14. Tag p. p.	Tierkollektiv	ungestört	gestört
	MW \pm SD (n)	MW \pm SD (n)	MW \pm SD (n)
Rastzeit	83,1 \pm 20,4 (270)	81,0 \pm 18,2 (146)	85,5 \pm 22,5 (124)
Gützeit*	115,1 \pm 40,3 (194)	113,6 \pm 37,7 (107)	117,0 \pm 43,5 (87)

Der Erstbesamungserfolg aller Kühe lag bei 33,3 %. Kühe. Nach GnRH-Behandlung sind zu 36,5 % nach der ersten Besamung tragend geworden, wogegen Kühe nach alleiniger Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Behandlung zu 32 % konzipierten (Tabelle 51). Kühe ohne hormonelle Behandlung konzipierten nach der ersten Besamung zu 31,8 %. Es besteht dabei kein signifikanter Unterschied ($p=0,76$).

Bei Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. lag der Erstbesamungserfolg bei 32,9 % und bei Kühen mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. bei 33,9 %, dabei lag kein signifikanter Unterschied vor ($p=0,89$; Tabelle 53). Keine der beiden hormonellen Behandlungen bewirkte bei ungestörtem wie auch bei gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. eine signifikante Verbesserung des Erstbesamungserfolges (ungestört: $p=0,91$; gestört: $p=0,84$; Tabelle 52).

Tabelle 52: Erstbesamungserfolg (EBE) aller Kühe und getrennt nach ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufgegliedert nach Behandlungsgruppen; es besteht statistisch kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen (¹⁾ p = 0,76; ²⁾ p = 0,91; ³⁾ p = 0,84; bes. = besamte, trag. = tragende)

Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p.	Prostaglandin F _{2α}			Gonadotropin-Releasing-Hormon			Natriumchlorid-Lösung		
	%	trag. Kühe	bes. Kühe	%	trag. Kühe	bes. Kühe	%	trag. Kühe	bes. Kühe
Tierkollektiv ¹⁾	32,0	31	97	36,5	31	85	31,8	28	88
ungestört ²⁾	31,7	19	60	36,6	15	41	31,1	14	45
gestört ³⁾	32,4	12	37	36,4	16	44	32,6	14	43

Tabelle 53: Erstbesamungserfolg (EBE) aller Kühe und getrennt nach ungestörtem und gestörtem Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p.; die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %; es besteht kein signifikanter Unterschied (p = 0,89)

Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p.	%	Anzahl tragender Kühe	Anzahl besamter Kühe
Tierkollektiv	33,3	90	270
ungestört	32,9	48	146
gestört	33,9	42	124

Der Besamungsindex liegt im Tierkollektiv bei 3,1 Besamungen pro tragende Kuh. In allen drei Versuchsgruppen fällt dieser ähnlich aus (Tabelle 54). Die Anzahl der Besamungen aller besamten Kühe unterscheidet sich zwischen den Behandlungsgruppen nicht signifikant (p = 0,47).

Tabelle 54: Besamungsindex (BI) aller tragenden Kühe im Tierkollektiv und bei ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufgegliedert nach den Behandlungsgruppen (trag. = tragende)

Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p.	Prostaglandin F _{2α}		Gonadotropin-Releasing-Hormon		Natriumchlorid-Lösung	
	BI	(Anzahl aller Besamungen; trag. Kühe)	BI	(Anzahl aller Besamungen; trag. Kühe)	BI	(Anzahl aller Besamungen; trag. Kühe)
Tierkollektiv	3,3	(224; 67)	3,0	(180; 60)	2,9	(197; 67)
ungestört	3,2	(143; 45)	3,2	(89; 28)	3,1	(105; 34)
gestört	3,7	(81; 22)	2,8	(91; 32)	2,8	(92; 33)

Es sind bei Kühen mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. nicht signifikant mehr Besamungen durchgeführt worden als bei Kühen, welche ein ungestörtes Puerperium bis zum 14. Tag p. p. aufwiesen ($p = 0,47$; Tabelle 55).

Tabelle 55: Besamungsindex aller besamten Kühe aufgegliedert nach Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p.

Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p.	Besamungsindex	Anzahl tragender Kühe	Anzahl aller Besamungen
Tierkollektiv	3,1	194	601
ungestört	3,1	107	337
gestört	3,0	87	264

Zur Darstellung, wann die Kühe nach der Kalbung tragend wurden, sind die Daten der Konzeptionszeitpunkte in fünf Zeitabschnitte festgelegt worden. Die Einteilung erfolgte nach Behandlungsgruppe und Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. (Tabelle 56). In der Gruppe, welche mit Prostaglandin F_{2α} behandelt wurde, sind zwar bis zum 79. Laktationstag fast ein Drittel aller Kühe tragend geworden (29,9 %; $n = 20$), wohingegen in der GnRH-Gruppe nur 23,3 % der Kühe ($n = 14$) und

in der Kontrollgruppe nur 16,4 % der Kühe (n = 11) bis dahin konzipierten. Dieser Unterschied gleicht sich bis zum 119. Laktationstag jedoch weitestgehend aus.

Tabelle 56: Anteil der tragend geworden Kühe in den Behandlungsgruppen zu den jeweiligen Laktationstagen (LT)

Konzeptionszeitpunkt in LT	Prostaglandin F _{2α}		Gonadotropin-Releasing-Hormon		Natriumchlorid-Lösung	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
bis zum 79.	20	29,9	14	23,3	11	16,4
bis zum 119.	39	58,2	32	53,3	40	59,7
bis zum 159.	52	77,6	46	76,7	57	85,1
bis zum 200.	67	100	60	100	67	100

Beim Vergleich der Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. kann kein Unterschied festgestellt werden (Tabelle 57).

Tabelle 57: Verteilung der bis zum jeweiligen Laktationstag (LT) tragenden Kühe nach Verlauf des Puerperiums bis zum 14. Tag p. p.; die Prozentsätze summieren sich durch Ab- oder Aufrunden nicht genau auf 100 %

Konzeptionszeitpunkt in LT	ungestört		gestört		total	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
bis zum 79.	26	24,3	19	21,8	45	23,2
bis zum 119.	59	55,1	52	59,7	66	57,2
bis zum 159.	88	82,2	67	77,0	44	79,9
bis zum 200.	107	100	87	100	194	100

4.9 Einfluss der Milchleistung auf die Wirkung der hormonellen Behandlung, den Puerperalverlauf sowie der Fruchtbarkeitsparameter

Die Milchleistung von 304 Kühen lag im ersten Laktationsdrittel bei durchschnittlich $38,3 \pm 7,2$ kg/Tag. Die Milchleistung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Wirkung der Hormonbehandlungen ($p > 0,05$).

4.10 Einfluss der Körperkondition auf die Wirkung der hormonellen Behandlung, den Puerperalverlauf sowie der Fruchtbarkeitsparameter

Die durchschnittliche Rückenfettdicke (RFD) aller Kühe im Tierkollektiv lag 14 Tage a. p. bei $26,6 \pm 6,7$ Millimeter (mm). Bei der zweiten Messung zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. ist eine durchschnittliche RFD von $21,6 \pm 6,4$ mm ermittelt worden (Tabelle 58). Die zwischen dem 60. und 67. Laktationstag durchgeführte, und damit letzte Rückenfettdickenmessung ergab einen durchschnittlichen Wert von $10,9 \pm 4,0$ mm.

Tabelle 58: Mittlere Rückenfettdicke des Tierkollektives zu den einzelnen Laktationsstadien (a. p. = ante partum, LT = Laktationstag, p. p. = post partum)

Laktationsstadium	Anzahl der Tiere	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient
14 Tage a. p.	294	26,6	6,7	25,3
11. – 14. p. p.	305	21,6	6,4	29,6
60. – 67. LT	299	10,9	4,0	36,4

Die Körperkondition 14 Tage vor der Kalbung sowie im Verlauf der Früh-laktation hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Wirkung der Hormongabe ($p > 0,05$). Die Wirkung der Hormonbehandlung wurde auch nicht signifikant beeinflusst von der Abnahme der Körperkondition während der Früh-laktation ($p > 0,05$).

Kühe mit guter Kondition zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. zeigten seltener einen gestörten Puerperalverlauf ab dem 25. Tag p. p. als unterkonditionierte Kühe. Dieser Zusammenhang ist nicht signifikant für den Puerperalverlauf zwischen dem 25. bis 31. Tag p. p. ($p = 0,071$) und signifikant für den Puerperalverlauf zwischen dem

39. und 45. Tag p. p. ($p = 0,024$) und dem 54. und 59. Tag p. p. ($p = 0,011$). Zwischen der Körperkondition kurz vor der Kalbung und dem Puerperalverlauf ab dem 25. Tag p. p sowie den Fruchtbarkeitsparametern besteht kein signifikanter Zusammenhang ($p > 0,05$). Bei Betrachtung der Konditionsabnahme von ante partum bis zum 14. Tag p. p sowie der Konditionsabnahme von ante partum bis zum 60. Laktationstag konnte kein signifikanter Zusammenhang mit dem Puerperalverlauf sowie der Fruchtbarkeit festgestellt werden ($p > 0,05$). Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Ovarialzysten und Endometritiden und der Körperkondition vor der Kalbung sowie im Laktationsverlauf festgestellt werden ($p > 0,05$). Die Körperkondition zwischen dem 60. und 67. Laktationstag hatte einen signifikanten Einfluss auf die Fruchtbarkeitsparameter. Bei guter Körperkondition zu diesem Zeitpunkt war die Wahrscheinlichkeit höher, dass die Kühe bis zum 200. Laktationstag tragend wurden verglichen zu Kühen mit schlechter Kondition ($p = 0,005$).

Der Erstbesamungserfolg steht in signifikantem Zusammenhang mit der Abnahme der Körperkondition in der Zeit zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. und dem 60. bis 67. Laktationstag ($p = 0,048$). Der Erstbesamungserfolg steigt, je weniger die Kühe an Körperkondition in diesem Zeitraum verlieren.

4.11 Extragenitale Erkrankungen bis zur Konzeption, Abgänge und weiterer Werdegang von nicht tragenden Kühen

Insgesamt sind 33,4 % der Kühe ($n = 102$) erkrankt, wovon 84,3 % dieser Kühe ($n = 86$) einmal und 15,7 % der Kühe ($n = 16$) mehrmals erkrankten (Tabelle 50). Am häufigsten kamen Eutererkrankungen vor (47,5 %, $n = 56$), gefolgt von Gliedmaßenerkrankungen (30,5 %, $n = 36$). Weitere 14,4 % der Fälle waren Stoffwechselerkrankungen ($n = 17$) und 7,6 % sonstige Erkrankungen ($n = 9$). Bis zum 200. Laktationstag sind insgesamt 14,4 % der Kühe ($n = 44$) abgegangen. Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen nahmen davon mit 47,7 % fast die Hälfte der Abgänge ein ($n = 21$). Euterinfektionen, geringe Milchleistung und Stoffwechselerkrankungen waren weitere Ursachen für den Abgang der Kühe. Weitere 4,6 % der Kühe des Tierkollektives ($n = 14$) sind bis zum 200. Laktationstag trotz Besamung nicht tragend geworden. 1,6 % der Kühe ($n = 5$) wurden innerhalb des Beobachtungszeitraums nie besamt, verblieben aber im Bestand.

Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Laktationstag gingen zu 11,9 % (n = 19) vor dem 200. Laktationstag ab und Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zu 17,2 % (n = 25). Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen (p = 0,18).

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Fragestellung

Zur Steigerung der Fruchtbarkeitsleistung beim Rind haben sich verschiedene Hormonprogramme etabliert, welche ab der vierten Woche post partum (p. p.) zum Einsatz kommen. Dazu zählen Ovulationssynchronisationsprogramme (Ov-Synch), welche zum Teil modifiziert angewendet werden (El-Zarkouny et al., 2004; Portaluppi und Stevenson, 2005; Thatcher et al., 2006). Weiterhin haben sich Pre-Synchronisations- (Pre-Synch) und Re-Synchronisations-Programme (Re-Synch) vor bzw. im Anschluss des Ov-Synch-Verfahrens in der Praxis durchgesetzt (Thatcher et al., 2006). Zur Verwendung kommen dabei Hormone wie Gonadotropin-Releasing-Hormone (GnRH), Progesteron und Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$). Es gibt jedoch noch keine allgemein anerkannten und damit standardisierten Hormonprogramme, welche in den ersten zwei Wochen p. p. zum Einsatz kommen.

Die Behandlung mit $PGF_{2\alpha}$ in diesem Zeitraum hat bisher nur kontroverse Ergebnisse erzielt und wird somit noch sehr kritisch betrachtet. In verschiedenen Studien konnte bei Kühen mit Störungen zur Kalbung oder im Puerperium eine Verbesserung einiger Fruchtbarkeitsparameter festgestellt werden (Mc Clary et al., 1988; Nakao et al., 1997). Dies war in der Studie von Mc Clary et al. (1988) jedoch nicht statistisch signifikant aufgrund einer zu geringen Anzahl von Tieren. In diversen anderen Untersuchungen erzielte $PGF_{2\alpha}$ keine Erfolge (Brüggemeier, 2007; Michiel et al., 1999; Morton et al., 1992; Young, 1989).

Weiterhin wurden zur Steigerung der Fruchtbarkeitsleistung Untersuchungen mit GnRH durchgeführt. Die erzielten Ergebnisse widersprechen sich teilweise. Es konnten positive (Aboul-Ela und El-Keraby, 1986; Benmrad und Stevenson, 1986; Bosu et al., 1988), gar keine bis nur geringe (Boiti et al., 1982; Risco et al., 1994) sowie auch negative Effekte (Etherington et al., 1985) auf den Puerperalverlauf und die Fruchtbarkeit nach einer GnRH-Behandlung beobachtet werden. Das Ergebnis der GnRH-Wirkung war oftmals vom Verlauf der Kalbung oder des Frühpuerperiums abhängig (Bostedt und Maurer, 1982; Foote und Riek, 1999; Stevenson und Call, 1988).

In der vorliegenden Studie sollte herausgefunden werden, ob der standardisierte Einsatz von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ oder die in den ersten zwei Wochen p. p. angewandte

Kombination von GnRH und Prostaglandin $F_{2\alpha}$ eine Möglichkeit zur Steigerung der Reproduktionsleistung darstellt.

Die Hormonbehandlung erfolgte zum einen an Kühen mit gestörtem Puerperium, um die Beeinträchtigung der Ovaritätigkeit und der Uterusinvolution und somit der Fruchtbarkeit zu minimieren oder zu therapieren. Weiterhin wurde die Untersuchung an Kühen mit ungestörtem Puerperium durchgeführt, um festzustellen, ob die Hormonbehandlung die Uterusinvolution beschleunigt und dadurch die Fruchtbarkeitsleistung gesteigert werden kann.

Es wurde zusätzlich die Frage beantwortet, ob bestimmte Parameter, wie die Körperkondition oder Milchleistung, Einfluss auf den Erfolg der Hormonprogramme haben. Dadurch könnte der Einsatz der Hormone auf bestimmte Tiergruppen beschränkt und der Hormoneinsatz so entsprechend minimiert werden.

5.2 Diskussion der Methodik

Die Studie wurde an 305 primi- und pluriparen Kühen aus einem Milchviehbetrieb durchgeführt. Dadurch waren Haltungs- und Fütterungsbedingungen bei allen Kühen gleich. Dieses Vorgehen führt jedoch dazu, dass die Ergebnisse nicht unbedingt auf Milchviehbetriebe mit anderen Bedingungen übertragbar sind. Zur ersten Überprüfung der Wirkung ist dieses Vorgehen jedoch sinnvoll, um im nächsten Schritt die Untersuchungen auszuweiten. Die Abkalbungen aller Studienkühe lagen innerhalb von etwa drei Monaten von Ende März bis Anfang Juli 2010. Damit waren die klimatischen Umwelteinflüsse für alle Kühe relativ ähnlich, eventuell könnten aber zu einer anderen Jahreszeit die Resultate anders ausfallen.

Das Tierkollektiv wurde anhand der Anamnese und der klinischen Befunde zur Untersuchung zwischen dem 11. bis 14. Tag p. p. in eine Gruppe mit ungestörtem und eine Gruppe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. eingeteilt. Dabei zeigte sich, dass 160 Kühe einen ungestörten und 145 Kühe einen gestörten Puerperalverlauf bis zum 14. Tag p. p. zeigten.

Die Applikation der Hormone wurde auf den Zeitraum zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. festgelegt, da in vorangegangenen Studien oftmals die Hormongabe vor dem zehnten Tag p. p. nur eine mäßige Wirkung zeigte (Fernandes et al, 1978; Foster et al., 1980; Seidel, 2007; Tian und Noakes, 1991b). Erst ab dem siebenten Tag p. p. reagiert die Hypophyse auf exogenes GnRH mit einer gesteigerten LH-

Ausschüttung (Bosu et al., 1988; Kesler et al., 1978). Aboul-Ela und El-Keraby (1986) stellten bei Applikation am siebenten Tag p. p. zwar schon eine beschleunigte Uterusinvolution fest, jedoch erst die Applikation am zehnten Tag p. p. hatte eine Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistung bewirkt.

Auf das am 11. bis 14. Tag p. p. applizierte GnRH folgte sieben Tage später eine einmalige Applikation von PGF_{2α}. Eine alleinige Gabe von GnRH in den ersten zwei Wochen p. p. kann zu einer Verlängerung der ersten Gelbkörperphase mit erhöhtem Progesteronspiegel führen (Etherington et al., 1985; Opsomer et al., 2000). Das dadurch gesteigerte Risiko für das Vorkommen von Pyometren und Zysten, welche die Fruchtbarkeit beeinträchtigen, kann durch die folgende PGF_{2α}-Gabe minimiert werden (Etherington et al., 1985).

Die Dosierung von GnRH lag in der aktuellen Studie bei 50 µg Gonadorelin pro Tier. In der Studie von Aboul-Ela und El-Keraby (1986) war bei dieser Dosierung eine Wirkung auf Puerperalverlauf und Fruchtbarkeit erzielt, bei Dosiserhöhung auf 100 µg/Tier jedoch ein noch größerer Effekt gezeigt worden. Es ist daher nicht auszuschließen, dass die Ergebnisse bezüglich der GnRH-Wirkung in der aktuellen Studie in höherer Dosierung als 50 µg/Tier different ausgefallen wäre. Die in der Studie gewählte Dosierung entspricht jedoch jener, wie sie in der Praxis üblicherweise eingesetzt wird.

Zur standardisierten Klassifizierung der Uterusgröße bei der transrektalen Untersuchung wurde die Einteilung modifiziert nach Grunert (1990) genutzt. Um eine objektive Beschreibung des Vaginalausflusses zu gewährleisten, wurde die Nomenklatur von Dohmen et al. (1995) verwendet.

Da größere Tiergruppen untersucht wurden und damit nicht für jedes Tier ein Spekulum bereitstand und keine Reinigung oder Desinfektion des Spekulum zwischen den Tieren möglich waren, wurde auf die vaginoskopische Untersuchung verzichtet. Diese Schwierigkeit des Vaginoskopeinsatzes in Tiergruppen unter Praxisbedingungen haben schon Sheldon (2004) und Wehrend und Groeger (2008) festgestellt. Durch das wie von Lenz et al. (2007) durchgeführte Herausmassieren des Vaginalsekretes während der transrektalen Untersuchung konnte in der eigenen Studie bei 98,7 % der Kühe (n = 301) Vaginalsekret herausmassiert werden, wodurch die Beurteilung von Viskosität, Charakter, Geruch und Farbe auch ohne vaginoskopische Untersuchung möglich war.

Ergänzend zur transrektalen Palpation wurde zur Untersuchung am 11. bis 14. Tag p. p. eine transrektale Sonographie des Uterus wie von Kähn (1991) und Reeves et al. (1984) beschrieben durchgeführt. Durch den hierbei gemessenen Füllungsgrad des Uterus wurde die Diagnose der transrektalen Palpation zusätzlich gesichert (Sheldon, 2004). Die sonographische Untersuchung war für die weiteren Puerperalkontrollen nicht notwendig, da die transrektale Untersuchung für die Diagnosestellung von Uterusinfektionen zu diesen Zeitpunkten ausreichend war.

Die Puerperalkontrollen orientierten sich nach dem biologischen Verhalten des weiblichen Genitaltraktes des Rindes im Puerperium. Die erste Puerperalkontrolle nach Applikation der Hormone wurde zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. durchgeführt, da bei physiologischem Puerperalverlauf zu diesem Zeitpunkt die makroskopische Uterusinvolution gut beurteilbar ist (Wehrend und Groeger, 2008). Auch sollte zu diesem Zeitpunkt kein pathologischer Vaginalausfluss mehr nachweisbar sein. Die darauf folgenden Puerperalkontrollen wurden alle 14 Tage durchgeführt. Jedoch nur an den Kühen, welche bei der letzten Untersuchung aufgrund eines pathologischen Vaginalausfluss behandelt wurden oder diesen nun neu zeigten. Dieser Zeitplan wird in der Literatur für sinnvoll gehalten (Wehrend und Groeger, 2008).

Zur Beurteilung der Körperkondition wurde nach der Methode von Staufenbiel (1997) die Rückenfettdicke gemessen. Dieses Verfahren zur Beurteilung der Körperkondition ist objektiver und präziser als die Bewertung des Body Condition Scores (Schröder und Stauffenbiel, 2006).

Da vorangegangene Studien gezeigt haben, dass die Milchleistung einen Einfluss auf den Puerperalverlauf und die Fruchtbarkeitsleistung von Kühen haben kann, wurden die Werte aus der monatlich dokumentierten Milchleistungsprüfung des ersten Laktationsdrittels entnommen (Fonseca et al., 1983; Gábor et al., 2008; Patton et al., 2007; Westwood et al., 2002).

5.3 Diskussion der Ergebnisse

5.3.1 Einfluss von Puerperalstörungen bis zum 14. Tag post partum auf den weiteren Verlauf des Puerperiums und die Fruchtbarkeit

Kühe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. zeigten zu allen drei Puerperalkontrollen (25. bis 31.; 39. bis 45.; 54. bis 59. Tag p. p.) signifikant häufiger Störungen als Kühe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.. Einen gestörten Puerperalverlauf zur ersten Puerperalkontrolle in der vierten Woche nach der Kalbung zeigten noch 75 % der Kühe mit anfangs gestörtem und 49 % der Kühe mit anfangs ungestörtem Puerperium. Auch war zu diesem Zeitpunkt mit 57 % der Kühe in der Gruppe mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. der Uterus signifikant häufiger in seinen ingravidem Zustand zurückgebildet als mit 42 % der Kühe in der Gruppe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.. Weiterhin trat mit 18 % bei signifikant weniger Kühen pathologischer Vaginalausfluss zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. auf, wenn die Kühe bis zum 14. Tag p. p. ein ungestörtes Puerperium zeigten als mit 49 % der Kühe mit Störungen kurz nach der Kalbung. Diese Daten zeigen jedoch auch, dass eine Puerperalkontrolle zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. nicht ausreicht, um Risikotiere zu detektieren, die zu einem späteren Zeitpunkt eine Puerperalstörung entwickeln. Fast die Hälfte der Kühe, welche zwischen dem 11. bis 14. Tag p. p. mit ungestörten Puerperalverlauf diagnostiziert wurden, waren vierzehn Tage später mit einem gestörten Puerperalverlauf mit entweder nicht in seinen ingravidem Zustand zurück gebildetem Uterus, pathologischem Vaginalausfluss oder beidem auffällig.

Die Fruchtbarkeitskennziffern unterschieden sich in der aktuellen Studie nicht zwischen den Kühen mit gestörtem und denen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p.. Andere Untersuchungen zeigten, dass Metritiden und klinische sowie subklinische Endometritiden im Puerperium eine Verschlechterung der Reproduktionsleistung bewirken (Bretzlaff, 1987; Emanuelson und Oltenacu, 1998; Gautam et al., 2010b; Kasimanickam et al., 2004; Le Blanc et al., 2002). Über die Beurteilung der Uterusgröße im Puerperium und damit der Geschwindigkeit der Uterusinvolution hatten Aslan et al. (2002) eine Voraussage zur folgenden Fertilitätsleistung machen können. Wenn man betroffene Kühe frühzeitig erkennt, können entsprechende behandelnde Maßnahmen ergriffen werden, um das Risiko für eine Endometritis oder Uterusinvolutionsstörung zu senken und damit die Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit zu verhindern. In Hinblick auf die Ergebnisse der

hier durchgeführten Studie führte die Selektion in Kühe mit gestörtem und ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. jedoch nicht dazu, Kühe mit voraussichtlich herabgesetzter Fruchtbarkeit im Voraus zu erkennen. Es stellt sich somit heraus, dass die Kriterien für diese Einteilung nicht ausreichend selektierend waren. Es wurden Kühe in die Gruppe mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. eingeschlossen, welche ausschließlich einen vom physiologischen Zustand differierenden Ausflusscharakter aufwiesen. Es zeigte sich, dass diese Abweichung allein nicht zu einer Minderung der Fruchtbarkeitsleistung führt. Nach Sheldon et al. (2006) liegt eine klinische Metritis erst dann vor, wenn eitriger Ausfluss zusammen mit einem abnorm vergrößertem Uterus auftritt. Bei sonst gesundem Zustand des Tieres können bis zu einem bestimmten Grad der Infektion die Erreger bis zur dritten Woche p. p. ohne Behandlung durch Selbstreinigungsprozesse eliminiert werden (Bondurant, 1999). Daher ist es möglich, dass Kühe, welche am Ende der zweiten Woche p. p. noch mit pathologischem Ausfluss beobachtet wurden und damit mit einem gestörtem Puerperalverlauf aufgrund einer Uterusinfektion assoziiert wurden, sich später durch Selbstheilungsmechanismen in ihrer Fruchtbarkeitsleistung nicht mehr von Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. unterscheiden.

5.3.2 Wirkung der Hormontherapie auf Herdenbasis

Durch die Behandlung der Kühe mit den Hormonen Gonadorelin oder Dinoprost auf Herdenbasis hat sich weder die Uterusinvolution signifikant beschleunigt noch ist weniger pathologischer Vaginalausfluss im Zeitraum zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. aufgetreten. Auch der weitere Puerperalverlauf bis zum 59. Tag p. p. verbesserte sich nicht signifikant nach der Hormonbehandlung. Aboul-Ela und El-Keraby (1986) hatten mit alleiniger Gabe von Gonadorelin am siebten oder 15. Tag p. p. eine schnellere Uterusinvolution bewirkt, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant. Bei allgemeiner Betrachtung unabhängig vom Kalbeverlauf konnte Brüggemeier (2007) mit einer $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Gabe zwar weniger Endometritiden feststellen, jedoch war die Uterusinvolution unverändert. Nakao et al. (1997) beobachtete unabhängig vom Puerperalverlauf eine Verminderung der Endometritidenzahl mit Steigerung der Fruchtbarkeit durch $\text{PGF}_{2\alpha}$. Michiel et al. (1999) stellten durch eine $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Gabe eine beschleunigte Uterusinvolution bis zum 20. Tag p. p. heraus, zum 40. Tag p. p. war jedoch kein Unterschied mehr ersichtlich und die

Fruchtbarkeitsleistung war im Vergleich zu unbehandelten Tieren nicht different. Tian und Noakes (1991b) erreichten wie in der aktuellen Studie mit einer bestandsweiten PGF_{2α}-Gabe keine Veränderung der Uterusinvolution.

In der durchgeführten Studie wurde die Trächtigkeitsrate bis zum 200. Laktationstag mithilfe der Hormongabe nicht verändert. Ebenfalls hat sich nach der Hormonbehandlung keine signifikante Verbesserung des Erstbesamungserfolges, der Besamungsanzahl sowie der Günstzeit gezeigt. Es wurde also keine Steigerung der Fruchtbarkeitsleistung erreicht. Mithilfe einer alleinigen Gabe von GnRH konnten Aboul-Ela und El-Keraby (1986) und Bosu et al. (1988) eine Verkürzung der Günstzeit unabhängig des Kalbe- oder Puerperalverlaufs feststellen. In anderen Studien sind bisher nur unveränderte bzw. verschlechterte Fruchtbarkeitskennzahlen nach GnRH-Gabe erzielt worden (Bostedt und Maurer, 1982; Etherington et al., 1985). Die Behandlung mit PGF_{2α} auf Herdenbasis bewirkte in vergangenen Studien, welche das Hormon in den ersten zwei bis drei Wochen einsetzten, keine Verbesserung der Fruchtbarkeit (Armstrong et al., 1989; Brüggemeier, 2007; Michiel et al., 1999; Tian und Noakes, 1991b). In der Studie von Mc Clary et al. (1988) konnte unabhängig davon, ob die Kühe an einer Metritis erkrankten oder nicht, mithilfe von PGF_{2α} die Anzahl der Besamungen reduziert, jedoch alle weiteren Fruchtbarkeitsparameter nicht beeinflusst werden. Insgesamt lässt sich aus den Ergebnissen vorangegangener Studien wie auch aus der vorliegenden der Schluss ziehen, dass der Einsatz von den untersuchten Hormonen auf Herdenbasis in der zweiten Woche p. p. höchstens zur Veränderung einzelner Fruchtbarkeitsparameter führt, insgesamt die Fruchtbarkeit aber nicht verbessert.

5.3.3 Wirkung der Hormontherapie bei Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag post partum

Die Anwendung der Hormone bei Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. hatte keinen Einfluss auf die Uterusinvolution. In allen drei Behandlungsgruppen war der Uterus zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. genauso häufig in seine ingravide Größe zurückgebildet. Andere Studien mit alleiniger Gabe von GnRH oder PGF_{2α} bei Kühen ohne Dystokie bzw. Nachgeburtsverhaltung konnten die Uterusinvolution ebenfalls nicht beschleunigen (Bostedt und Maurer, 1982; Brüggemeier, 2007; Michiel et al., 1999). Obwohl durch exogenes GnRH die erste Ovulation vorgezogen werden kann und ein

Zusammenhang zwischen dem Ovarialzyklus und der Uterusinvolution p. p. besteht, konnte dieser theoretische Aspekt nicht in der Praxis bewiesen werden (Aboul-Ela und El-Keraby, 1986; Bosu et al., 1988; Bridges et al., 2000; Britt et al., 1974; Hemeida et al., 1986; Janowsky et al., 2001; Sheldon et al., 2000).

Nach einer Gabe von GnRH trat zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. etwas seltener Vaginalausfluss auf als bei Kontrolltieren. Diese Differenz war nicht signifikant. Kühe mit PGF_{2α}-Behandlung unterschieden sich kaum von den Kontrollkühen. Bei zusammenhängender Betrachtung von Geschwindigkeit der Uterusinvolution und Häufigkeit des Auftretens von pathologischem Vaginalausfluss war der Puerperalverlauf zwischen dem 25. und 59. Tag p. p. weder von GnRH noch von PGF_{2α} signifikant beeinflusst. Die Endometritidenrate konnte bisher bei Kühen ohne Geburtskomplikationen in der Studie von Brüggemeier (2007) mithilfe von PGF_{2α} gesenkt werden. Michiel et al. (1999) konnten dagegen durch PGF_{2α} keine Senkung der Endometritidenrate bei Kühen mit Nachgeburtsverhaltung oder Geburtskomplikationen erreichen. Bostedt und Maurer (1990) untersuchten die Wirkung von GnRH bei Kühen ohne Geburtskomplikationen und erzielten das gleiche Ergebnis. Das unter GnRH-Wirkung seltenere Auftreten von pathologischem Vaginalausfluss kann eventuell dadurch begründet werden, dass die durch GnRH vorgezogene Ovaritätigkeit für mehr Spontanheilungen von geringgradigen Uterusinfektionen sorgt (Hemeida et al., 1986). Diese werden durch die in den Follikeln produzierten Östrogene bewirkt.

Die Fruchtbarkeitsleistung wurde mit Dinoprost oder Gonadorelin bei den Kühen mit ungestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. in der vorliegenden Studie nicht gesteigert. Der Erstbesamungserfolg, die Günstzeit, die Trächtigkeitsrate bis zum 200. Laktationstag sowie die Anzahl der Besamungen blieben unverändert. Stevenson und Call (1988) untersuchten GnRH und PGF_{2α} einzeln und erzielten bei Kühen ohne Störungen im Puerperium ähnliche Ergebnisse. In der Studie von Benmrad und Stevenson (1986) konnte bei alleiniger wie auch bei kombinierter Gabe von GnRH mit PGF_{2α} bei Kühen mit ungestörtem Puerperium abgesehen von einer Senkung der Besamungsanzahl ebenfalls keine Fruchtbarkeitssteigerung erzielt werden. Bei Foote und Riek (1999) war bei Kühen mit normaler Uterusinvolution nach alleiniger GnRH-Gabe die Fruchtbarkeit unverändert. Bei Untersuchungen an Kühen mit ungestörtem Kalbeverlauf wie auch an Kühen ohne Nachgeburtsverhaltung waren die Ergebnisse dieselben (Bostedt und Maurer, 1982;

Bostedt und Maurer, 1990). Bosu et al. (1988) jedoch erreichten bei Kühen ohne Nachgeburtsverhaltung durch eine GnRH-Gabe eine Verkürzung der Gützeit sowie einen besseren Erstbesamungserfolg und Besamungsindex. In der vorherigen Studie ergab die PGF_{2α}-Anwendung bei Kühen ohne Metritiden p. p. eine, wenn auch statistisch nicht signifikante, Verbesserung der Fertilität (Mc Clary et al., 1988). Bei Kühen ohne Geburtskomplikationen konnte eine PGF_{2α}-Applikation teils keine Fertilitätssteigerung (Michiel et al., 1999), teils eine verbesserte Konzeptionsrate sowie einen gesteigerten Erstbesamungserfolg bewirken (Brüggemeier, 2007). Zusammen mit vorangegangenen Studien bestätigt die aktuelle Untersuchung, dass GnRH wie auch PGF_{2α} bei Kühen ohne Störungen zur Kalbung wie auch im Frühpuerperium keine Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistung bewirken.

5.3.4 Wirkung der Hormontherapie bei Kühen mit Störungen im Puerperium bis zum 14. Tag post partum

Der Uterus war im Zeitraum zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. in der Kontrollgruppe bei mehr Kühen in seine ingravide Größe zurückgebildet als in der PGF_{2α}-Gruppe (PGF_{2α}: 31 %; GnRH: 44 %; NaCl: 48 %). Diese Differenz ist jedoch statistisch nicht signifikant. Das Auftreten von pathologischem Vaginalausfluss ist in diesem Zeitraum zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. unter der Hormonwirkung geringgradig höher als in der Kontrollgruppe (PGF_{2α}: 56 %; GnRH: 52 %; NaCl: 41 %). Es besteht jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied. Bei gemeinsamer Betrachtung der Parameter pathologischer Vaginalausfluss und Uterusinvolution konnten in der mit GnRH und der mit PGF_{2α} behandelten Gruppe signifikant mehr Kühe mit gestörtem Puerperalverlauf zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. beobachtet werden als in der Kontrollgruppe (NaCl: 63 %; GnRH: 80 %; PGF_{2α}: 85%). Danach verlief das Puerperium bis zur letzten Puerperalkontrolle zwischen dem 39. und 59. Laktationstag in allen drei Gruppen gleich. In vergangenen Studien wurden tendenziell eher eine Verbesserung der Uterusinvolution und eine Reduktion der Endometritidenzahl durch GnRH- oder PGF_{2α}-Gabe bei Kühen mit gestörtem Puerperium bewirkt. Janowsky et al. (2001) erreichte mit einer kombinierten Gabe von GnRH und PGF_{2α} bei Kühen mit puerperaler Metritis eine beschleunigte Uterusinvolution und eine bessere Ausheilung der Endometritiden. Auch bei alleiniger Anwendung von GnRH an Kühen mit Geburtskomplikationen oder Nachgeburtsverhaltung konnte bisher eine

Beschleunigung der Uterusinvolution nachgewiesen werden (Bostedt und Maurer, 1982; Bostedt und Maurer, 1990; Bostedt et al., 1980). Eine Hormonbehandlung mit $\text{PGF}_{2\alpha}$ bewirkte in den Studien von Brüggemeier (2007), Nakao et al. (1997) und Michiel et al. (1999) bei Kühen mit Geburtskomplikationen oder Nachgeburtsverhaltung eine Senkung der Endometritidenzahl. Zusätzlich konnte Nakao et al. (1997) eine Beschleunigung der Uterusinvolution beobachten. Michiel et al. (1999) stellte ebenfalls nur eine Beschleunigung bis zum 28. Tag p. p. fest. Bis zum 40. Tag p. p. war jedoch kein Unterschied mehr zur Kontrollgruppe vorhanden.

Bei der Auswertung der Fruchtbarkeitsparameter der aktuellen Studie konnte festgestellt werden, dass die Hormonbehandlung mit GnRH und $\text{PGF}_{2\alpha}$ an Kühen mit gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. weder im Erstbesamungserfolg, der Trächtigkeitsrate noch in der Günstzeit oder der Besamungsanzahl eine signifikante Verbesserung bewirkte. In der sehr ähnlich durchgeführten Studie von Benmrad und Stevenson (1986) konnten durch die kombinierte Gabe von GnRH und $\text{PGF}_{2\alpha}$ bei Kühen mit gestörtem Puerperium gleiche Resultate erzielt werden. Nur die alleinige Gabe von GnRH zwischen dem zehnten und 14. Tag p. p. oder von $\text{PGF}_{2\alpha}$ zwischen dem 20. und 24. Tag p. p. bewirkte eine Verkürzung der Günstzeit und Verbesserung des Besamungsindex (Benmrad und Stevenson, 1986). Bei Kühen mit Geburtskomplikationen, Nachgeburtsverhaltung oder beidem konnte in der Studie von Risco et al. (1994) ebenfalls durch die Kombination von GnRH und $\text{PGF}_{2\alpha}$ keine Fruchtbarkeitssteigerung bewirkt werden. Vielmehr verlängerte sich die Günstzeit sogar signifikant. Bei Kühen mit puerperaler Metritis konnten Janowsky et al. (2001) mit der Kombination von GnRH und $\text{PGF}_{2\alpha}$ einen besseren Erstbesamungserfolg und eine verkürzte Günstzeit bei letztendlich jedoch unveränderter Gesamtträchtigkeitsrate feststellen. In der Studie von Stevenson und Call (1988) führte die alleinige Gabe von GnRH oder $\text{PGF}_{2\alpha}$ zur Verschlechterung der Fruchtbarkeitskennziffern bei Kühen mit Puerperalstörungen. Bei Kühen mit Geburtskomplikationen blieb trotz GnRH-Gabe in der Studie von Bostedt und Maurer (1982) die Fruchtbarkeit unverändert. Doch andere Studien bewiesen, dass mithilfe einer alleinigen Anwendung von GnRH die Fruchtbarkeit gesteigert werden kann. Foote und Riek (1999) stellten bei Kühen mit gestörter Uterusinvolution eine gesteigerte Fruchtbarkeitsleistung fest, wenn diesen GnRH zwischen dem 13. und 14. Tag p. p. appliziert wurde. Bostedt und Maurer (1982) und Bostedt et al. (1980) wiesen bei Kühen mit Nachgeburtsverhaltung eine verkürzte Günstzeit und weniger Besamungen pro tragendes Tier nach.

Bezüglich der Wirkung von $\text{PGF}_{2\alpha}$ stimmen die Ergebnisse vergangener Studien teils mit der aktuell durchgeführten Studie überein, teils erreichten sie eine Steigerung der Fruchtbarkeitsleistung. Michiel et al. (1999) hatten bei Kühen mit Geburtskomplikationen ebenfalls keinen Effekt auf die Fruchtbarkeit erzielt. Brüggemeier (2007) konnte bei Kühen mit demselben Problem einen verbesserten Erstbesamungserfolg und Trächtigkeitsindex sowie eine verbesserte Konzeptionsrate verzeichnen. Mc Clary et al. (1988) hatten bei Kühen mit Metritiden und Nakao et al. (1997) bei Kühen mit Geburtskomplikationen oder Nachgeburtsverhaltung eine Verkürzung der Gützeit bewirken können. Es lässt sich somit kein Behandlungsschema für Kühe mit gestörtem Puerperium festlegen, welches durch eine Hormongabe in der zweiten Woche p. p. mit Garantie zu einer verbesserten Fruchtbarkeitsleistung führt. Es lassen sich einzelne Fruchtbarkeitsparameter verbessern bzw. gar keine, wie die aktuelle Studie beweist. Die unterschiedlichen Ergebnisse der Studien könnten in einer unterschiedlichen Stoffwechselbelastung der Kühe in den verschiedenen Untersuchungen begründet sein.

5.3.5 Einfluss der Körperkondition und der Milchleistung auf den Erfolg der Hormontherapie

Zwischen der Wirkung der Hormone auf den Puerperalverlauf und der Fruchtbarkeitsleistung besteht kein signifikanter Zusammenhang mit der Körperkondition vor und nach der Kalbung sowie mit der Konditionsabnahme bis zum 60. Laktationstag.

Auch Heuwieser et al. (1994) stellten keinen Zusammenhang zwischen der Körperkondition, welche mithilfe des Body Condition Scores (BCS) gemessen wurde, und der Wirkung von GnRH auf die Fruchtbarkeit fest. Eine GnRH-Gabe zwischen dem 25. und 35. Tag p. p. hatte die Konzeptionsrate nicht verändert, unabhängig davon, ob die Kühe in diesem Zeitraum einen $\text{BCS} \geq 3$ oder einen $\text{BCS} < 3$ aufwiesen. Wurde jedoch GnRH zum Besamungszeitpunkt verabreicht, war die Konzeptionsrate bei Kühen mit einem $\text{BCS} < 3$ höher als bei Kühen mit einem $\text{BCS} \geq 3$ zum Besamungszeitpunkt (Heuwieser et al., 1994).

In der aktuellen Studie konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Körperkondition und der Fruchtbarkeit sowie dem Puerperalverlauf aufgezeigt werden. Je besser die Kondition der Kühe in der zweiten Woche p. p. war, desto seltener neigten sie später zu Puerperalstörungen. Eine starke Abnahme der

Kondition in den ersten zwei Monaten der Laktation bewirkte einen signifikant verminderten Erstbesamungserfolg. Weiterhin hatten Kühe, welche zwischen dem 60. und 66. Laktationstag unterkonditioniert waren, eine niedrigere Trächtigkeitsrate bis zum 200. Laktationstag als gut konditionierte Kühe. Dass eine zu starke Konditionsabnahme sowie zu geringe Minimalkonditionen während der Laktation zu Leistungseinbußen in der Fruchtbarkeit führen können, stellten ebenfalls Patton et al. (2007), Roche (2006) und Staufenberg et al. (2003) fest. Bei starker negativer Energiebilanz wird über eine herabgesetzte Produktion des Wachstumsfaktors Insulin-like-Growth-Factor-I (IGF-I) die Ovaritätigkeit gehemmt (Pushpakumara et al., 2003). Dies führt zur Beeinträchtigung des Wiedereinsetzens der Ovaritätigkeit und zur Minderung der Fruchtbarkeit.

Die Milchleistung der Kühe beeinflusste in der Studie die Wirkung der Hormone auf die Fruchtbarkeitsleistung nicht signifikant. Dieses Ergebnis lässt sich mit anderen Studien nicht vergleichen, da bisher noch keine vergleichbaren Studien durchgeführt wurden, welche einen Zusammenhang zwischen der Wirkung von im Puerperium applizierten Gonadotropin-Releasing-Hormon oder Prostaglandin $F_{2\alpha}$ und der Milchleistung herstellen. Fonseca et al. (1983) konnten dagegen beobachten, dass bei hoher Milchmenge die Uterus- und Cervixinvolution beschleunigt war.

5.4 Fazit für die Praxis und offene Fragestellungen

In dieser Studie hat sich die Anwendung von Gonadotropin-Releasing-Hormon wie auch von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ in der zweiten Woche p. p. auf Herdenbasis wie auch selektiv bei Kühen mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. als nicht effektiv erwiesen. Die Fruchtbarkeitsparameter waren bei behandelten und nicht behandelten Kühen gleich.

Auch bei unterschiedlicher Milchleistung oder Körperkondition der Kühe lässt sich keine Wirkung der Hormone auf den Puerperalverlauf und die Fruchtbarkeitsleistung erkennen. Es kann also keine sinnvolle Selektion nach Milchleistung oder Körperkondition durchgeführt werden, um eine Behandlungswürdigkeit mit den verwendeten Hormonen festzustellen.

Es ist eventuell zu klären, ob eine höhere Dosierung von Gonadorelin eine Wirkung zeigen würde, wie dies in einer anderen Studie der Fall war (Aboul-Ela und Ela-Keraby, 1986). Weiterhin besteht die Frage, ob mit einer größeren Tierzahl je

Behandlungsgruppe statistisch signifikante Ergebnisse herausgestellt würden. Deutlich wurde der Einfluss der Körperkondition auf den Puerperalverlauf und die Fruchtbarkeitsparameter. An diesem Punkt anzusetzen ist sinnvoller als zu diesem frühen Zeitpunkt eine positive Wirkung durch Hormonprogramme zu erwarten.

6 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es zu überprüfen, ob sich die Applikation von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ und Gonadotropin-Releasing-Hormon an Kühe mit ungestörtem und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. auf den weiteren Puerperalverlauf und die Fruchtbarkeitsleistung auswirken.

Die Untersuchung wurde an 305 Kühen mit ungestörtem (UP) und gestörtem Puerperium bis zum 14. Tag p. p. (GP) durchgeführt. Mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ behandelte Kühe (UP 1: n = 65; GP 1: n = 41) erhielten 25 mg Dinoprost zwischen dem 11. und 14. Tag post partum. Die Tiere der Gonadotropin-Releasing-Hormon-Gruppe (UP 2: n = 47; GP 2: n = 50) erhielten im gleichen Zeitraum 50 µg Gonadorelin und sieben Tage später 25 mg Dinoprost. Der Kontrollgruppe (UP3: n = 48; GP3: n = 54) wurde 1 ml 0,9 %-iger Natriumchlorid-Lösung zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. injiziert. Die Applikation erfolgte intramuskulär. Am Tag der Behandlung wurde die erste Untersuchung durchgeführt (PK 0). Im Zeitraum zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. (PK1) wurden alle Kühe zum zweiten Mal untersucht. Die Puerperalkontrollen mit transrektaler Untersuchung in den Zeiträumen 39. bis 45. (PK 2) sowie 54. bis 59. Laktationstag (PK 3) wurde nur an Kühen durchgeführt, welche bei der letzten Untersuchung oder neu mit pathologischem Vaginalausfluss beobachtet wurden. Weiterhin wurde bei allen Kühen zur Beurteilung der Körperkondition die Rückenfettdicke circa 14 Tage vor der Kalbung, zwischen dem 11. und 14. Tag p. p. sowie zwischen dem 60. und 66. Laktationstag gemessen. Um die Milchleistung der Kühe festzustellen, wurde der Durchschnitt der Tagesmilchleistung aus den monatlich durchgeführten Milchleistungsprüfungen der ersten 100 Laktationstage ermittelt. Zur Ermittlung der Fruchtbarkeitsleistung wurden alle Daten der Besamungen dem Herdenprogramm des Betriebes entnommen. Die Beobachtung der Tiere und Dokumentation entsprechender Parameter erfolgte bis zum 200. Laktationstag.

Es ergaben sich folgende relevante Ergebnisse:

- Kühe der GP-Gruppe zeigten signifikant häufiger einen gestörten Puerperalverlauf zwischen dem 25. und 59. Tag p. p. als Kühe der UP-Gruppe.
- Weder die Hormonbehandlung mit Dinoprost noch mit Gonadorelin führte zur signifikanten Verbesserung der Uterusinvolution oder zur signifikanten

Verminderung von pathologischem Vaginalausfluss im Puerperium. Dies galt für die GP- und die UP-Gruppe.

- Kühe der GP-Gruppe wiesen nach beiden Hormonbehandlungen bei Betrachtung der Parameter Uterusinvolution und pathologischer Vaginalausfluss signifikant häufiger einen gestörten Puerperalverlauf zwischen dem 25. und 31. Tag p. p. auf als Kontrolltiere. Ab dem 39. bis zum 59. Tag p. p. besteht kein signifikanter Unterschied mehr.
- Die Fruchtbarkeitskennziffern wurden durch die Hormonbehandlung nicht beeinflusst. Die Günstzeit, die Trächtigkeitsrate bis zum 200. Laktationstag, der Erstbesamungserfolg sowie die Anzahl der Besamungen unterschieden sich nicht zwischen den Behandlungen, unabhängig davon, ob es sich um die UP-Gruppe oder GP-Gruppe handelte.
- Die Wirkung der Hormonbehandlungen auf den Puerperalverlauf und die Reproduktionsleistung wurden weder von der Milchleistung im ersten Laktationsdrittel noch von der Körperkondition und deren Abnahme in der Früh-laktation beeinflusst.
- Kühe mit guter Körperkondition kurz nach der Kalbung hatten signifikant seltener einen gestörten Puerperalverlauf zum Zeitpunkt der PK 2 und PK 3 als unterkonditionierte Kühe. Die Körperkondition vor der Kalbung stand weder in Zusammenhang mit dem Puerperalverlauf noch mit der Fruchtbarkeitsleistung.
- Ein starker Konditionsabbau bis zum 60. Laktationstag bewirkte einen signifikant niedrigeren Erstbesamungserfolg.
- Bei einer schlechten Körperkondition zwischen dem 60. und 66. Tag p. p. war die Trächtigkeitsrate bis zum 200. Laktationstag signifikant schlechter als bei guter Körperkondition.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass sich bei Tieren mit klinisch ungestörtem und bei Tieren mit klinisch gestörtem Puerperium bis zum 14 Tag post partum durch die Gabe von Dinoprost oder einer Kombination von Gonadorelin und Dinoprost zwischen dem 11. und 14. Tag post partum kein positiver Effekt auf die Puerperalentwicklung und die Fruchtbarkeitsleistung beobachten lässt.

7 Summary

The aim of this study was to find out if the treatment of the two hormones Prostaglandin $F_{2\alpha}$ and Gonadotropin-Releasing-Hormone on cows with abnormal and normal puerperium during the 14 days after calving had any effect on the further puerperium and fertility. There were 305 cows used for the research with normal (nP) and abnormal puerperium (aP) during the 14 days after calving. Cows treated with Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (nP 1: n = 65; aP 1: n = 41) were injected with 25 mg Dinoprost between days eleven and 14 postpartum. Cows treated with Gonadotropin-Releasing-Hormone (nP 2: n = 47; aP 2: n = 50) were administered 50 μ g Gonadorelin at the same time followed by an injection of 25 mg Dinoprost seven days later. Control cows (nP3: n = 48; aP3: n = 54) got an injection of 1 ml saline between days eleven and 14 postpartum. All treatments were an intramuscular application. First gynaecological examinations were performed on the day of treatment (PK 0). Next time all cows were examined between days 25 and 31 postpartum (PK 1). The examinations between days 39 and 45 postpartum (PK 2) and between days 54 and 59 postpartum (PK 3) included all cows detected with purulent or mucopurulent vaginal discharge at the previous examination or which recently showed some. For evaluating the body condition of all cows the backfat thickness was measured by ultrasound about two weeks ante partum, between days eleven and 14 postpartum and also between days 60 and 66 in milk. The milk yield of the first 100 days in milk was derived from the data of the milk inspection, which was recorded monthly. All data useful for the study were documented until day 200 in milk.

The following relevant results were obtained:

- In the aP-group there were significant more cows which still showed puerperal disorders between days 25 and 59 postpartum than in the nP-group.
- Neither the treatment with Dinoprost nor with Gonadorelin resulted in a significant improvement of involution of uterus or significant decrease of vaginal discharge after treatment in puerperium. This is valid for the nP-group as well as for the aP-group.

- Cows from the aP-group treated with the hormones had significantly more puerperal disorders between days 25 and 31 postpartum than control cows, if both parameters involution of uterus and vaginal discharge are considered. From day 39 post partum until day 59 postpartum there was no significant difference between all treatments.
- The treatment with Dinoprost or Gonadorelin did not significantly improve fertility. Days open, total pregnancy rate at day 200 in milk, first service pregnancy rate and number of services were not different between treatments, regardless whether they were in the nP-group or aP-group.
- The effect of the treatment with the hormones on puerperium and fertility were neither influenced by milk yield nor by body condition and change of body condition during early lactation.
- Cows with good body condition in early puerperium developed less often puerperal disorders at PK 1 and PK 2 than underconditioned cows. Body condition of cows before calving did influence neither the puerperium nor the fertility.
- Cows with high decrease of body condition from calving to day 60 in milk had a lower conception rate at first insemination.
- Total pregnancy rate at day 200 in milk was significantly decreased in cows with poor condition between day 60 and 66 in milk.

The present study indicates that the treatment with Dinoprost or a combination of Gonadorelin with Dinoprost has no positive effect on the further puerperium and the fertility, if administered between day eleven and 14 after calving on cows with normal and with abnormal puerperium during the 14 days after calving.

8 Literaturverzeichnis

Aboul-Ela B., El-Keraby F.E. (1986):

The effect of treatment with a GnRH analogue on postpartum reproductive performance in Friesian cows. *Anim. Reprod. Sci.* 12, 99-107.

Arbeiter K. (1973):

Sterilitätsprophylaxe - eine Möglichkeit zur Bekämpfung der Herdensterilität beim Rind. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 80, 565-588.

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (2006):

ADR-Empfehlung 3.1, Leistungsprüfung für funktionale Merkmale bei Bullen und Kühen (Gesundheit, Reproduktion, Nutzungsdauer, Exterieur, Melkbarkeit). Bonn, 05.04.2006 / RL 3.1.

Ackermann H. (2010):

BiAS für Windows, Biometrische Analyse von Stichproben, Version 9.08., Epsilon-Verlag, Hochheim, Darmstadt.

Armstrong J.D., O'Gorman J., Roche J.F. (1989):

Effects of prostaglandin on the reproductive performance of dairy cows. *Vet. Rec.* 125, 597-600.

Aslan S., Handler J., Wesenauer G., Arbeiter K. (2002):

Eignung der sonographischen Beurteilung von Ovardynamik und Uterusinvolution zur Fertilitätsprognose im Puerperium des Rindes. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 109, 41-80.

Aurich J.E. (2002):

Endokrinpharmakologie der Fortpflanzung. In: Frey H.-H., Löscher W. (Hrsg.), *Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin*, 2. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 284-306.

Baier W., Berchold M. (1984):

Physiologie des Puerperiums. In: Baier W., Schaetz F. (Hrsg.), Tierärztliche Geburtskunde, 5. Auflage, Verlag Fischer, Jena, 214-215.

Bajcsy A.C., Szenci O., Doornenbal A., Van der Weijden G.C., Csorba C., Kocsis L., Szűcs I., Ostgard S., Taverne M.A.M. (2004):

Characteristics of bovine early puerperal uterine contractility recorded under farm conditions. *Theriogenology* 64, 99-111.

Benmrad M., Stevenson J. S. (1986):

Gonadotropin-Releasing-Hormone and Prostaglandin $F_{2\alpha}$ for Postpartum Dairy Cows: Estrous, Ovulation and Fertility Traits. *J. Dairy Sci.* 69, 800-811.

Boiti C., Beghelli V., Simontacchi C., Olivieri O., Caggioni C., Micale R. (1982):

Postpartum progesterone profiles and reproductive performance of dairy cows treated with GnRH or Progesterone. In: Karg H., Schallenberger E. (Hrsg.), Factors Influencing Fertility in the Post-Partum Cow, The Hague, Boston/London, 544-547.

Bondurant R.H. (1999):

Inflammation in the Bovine Female Reproductive Tract. *J. Anim. Sci.* 77, 101-110.

Bostedt H. (1979):

Zur Fertilitätslage nach Puerperalerkrankungen des Rindes. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 92, 43-47.

Bostedt H. (2003a):

Natürlicher Ablauf der Nachgebutsperiode. Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind, 4. Auflage, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt, 241-248.

Bostedt H. (2003b):

Kennzahlen zur Beurteilung des Fruchtbarkeitsstatus. Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind, 4. Auflage, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt, 261-267.

Bostedt H., Maurer G. (1982):

The reproduction performance of cows after an injection of a GnRH-Analogue in the early puerperium - a field study. In: Karg H., Schallenberger E. (Hrsg.), Factors Influencing Fertility in the Post-Partum Cow, The Hague, Boston/London, 562-565.

Bostedt H., Maurer G. (1990):

Beziehungen zwischen gynäkologischer Überwachungsintensität in der Post-partum-Periode und Fertilitätsresultat in Milchkuhbeständen. Tierärztl. Praxis 18, 449-457.

Bostedt H., Peche E., Strobl K. (1980):

Zur Auswirkung frühzeitig postpartum verabreichter GnRH-Gaben auf Puerperalverlauf und Konzeptionsergebnis bei Kühen nach Retentio secundinarum. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 93, 184-188.

Bostedt H., Schels H., Günzler D. (1979):

Klinische und bakteriologische Befunde am Genitaltrakt von Rindern nach gestörten Geburten in den ersten drei Wochen des Puerperiums. Zbl. Vet. Med. B. 26, 397-412.

Bosu W.T.K., Peter A.T., De Decker R.J. (1988):

Short-term Changes in Serum Luteinizing Hormone, Ovarian Response and Reproductive Performance Following Gonadotrophin Releasing Hormone Treatment in Postpartum Dairy Cows with Retained Placenta. Can. J. Vet. Res. 52, 165-171.

Bretzlaff K. (1987):

Rationale for treatment of endometritis in the dairy cow. Vet. Clin. Food Anim. Pract. 3 (3), 593-607.

Bridges J.P., Taft R., Lewis P.E., Wagner W.R., Inskip E.K. (2000):

Effect of the previously gravid uterine horn and postpartum interval on follicular diameter and conception rate in beef cows treated with estradiol benzoate and progesterone. *J. Anim. Sci.* 78, 2172-2176.

Britt J.H., Kittok R. J., Harrison D.S. (1974):

Ovulation, estrus and endocrine response after GnRH in early postpartum cows. *J. Anim. Sci.* 39, 915- 919.

Brüggemeier L. (2007):

Einfluss einer Prostaglandin F_{2α}-Applikation im Frühpuerperium auf die Fruchtbarkeit des Rindes einschließlich Wirtschaftlichkeitsprüfung. Dissertationsschrift, Tierärztliche Hochschule Hannover.

Buch N.C., Tyler W.J., Casida L.E. (1955):

Postpartum estrus and involution of the uterus in an experimental herd of holstein-friesian cows. *J. Dairy Sci.* 38, 73-79.

Burton M.J., Herschler R.C., Dziuk H.E., Fahning M.L., Zemjanis R. (1987):

Effect of fenprostalene on postpartum myometrial activity in dairy cows with normal or delayed placenta expulsion. *Br. Vet. J.* 143, 549-554.

Busch W. (1995):

Methoden zur Erfassung der Herdenfruchtbarkeit. In: Busch W., Zerobin K. (Hrsg.), Fruchtbarkeitskontrolle bei Groß- und Kleintieren, 1. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena und Stuttgart, 180-187.

Dohmen M.J.W., Lohous J.A.C.M., Huszenicza Gy., Nagy P., Gacs M. (1995):

The relationship between bacteriological and clinical findings in cows with subacute/chronic endometritis. *Theriogenology* 43, 1379-1388.

El-Din Zain A., Nakao T., Raouf M.A., Moriyoshi M., Kawata K., Moritsu Y. (1995):
Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 38, 203-214.

El-Zarkouny S.Z., Cartmill J.A., Hensley B.A., Stevenson J.S. (2004):
Pregnancy in Dairy Cows After Synchronized Ovulation Regimens With or Without Presynchronization and Progesteron. *J. Dairy Sci.* 87, 1024-1037.

Emanuelson U., Oltenaucu P.A. (1998):
Incidences and Effects of Diseases on the Performance of Swedish Dairy Herds Stratified by Production. *J. Dairy Sci.* 81, 2376-2382.

Etherington W.G., Martin S.W., Dohoo I.R., Bosu W.T.K. (1985):
Interrelationships Between Postpartum Events, Hormonal Therapy, Reproductive Abnormalities and Reproductive Performance in Dairy Cows: A Path Analysis. *Can. J. Comp. Med.* 49, 261-267.

Eulenberger K. (1993a):
Puerperium. In: Busch W., Schulz J. (Hrsg.), *Geburtshilfe bei Haustieren*, Gustav-Fischer-Verlag Jena und Stuttgart, 239-251.

Eulenberger K. (1993b):
Involutionverzögerung. In: Busch W., Schulz J. (Hrsg.), *Geburtshilfe bei Haustieren*, Gustav-Fischer-Verlag Jena und Stuttgart, 323-324.

Fernandes L.C., Thatcher W.W., Wilcox C.J., Call E.P. (1978):
LH release in response to GnRH during the postpartum period of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 46, 443-448.

Fonseca A.F., Britt J.H., Mc Daniel B.T., Wilk J.C., Rakes A.H. (1983):

Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of Age, Milk Yield, and Clinical Abnormalities on Involution of Cervix and Uterus, Ovulation, Estrous Cycles, Detection of Estrus, Conception Rate and Days Open. *J. Dairy Sci.* 66, 1128-1147.

Foote R.H., Riek P.M. (1999):

Gonadotropin-releasing hormone improves reproductive performance of dairy cows with slow involution of the reproductive tract. *J. Anim. Sci.* 77, 12-16.

Foster J.P., Lamming G.E., Peters A.R. (1980):

Short-term relationships between plasma LH, FSH and progesterone concentrations in post-partum dairy cows and the effect of GnRH injection. *J. Reprod. Fert.* 59, 321-327.

Gábor G., Tóth F., Ózsvári L., Abonyi-Tóth Zs., Sasser R.G. (2008):

Factors Influencing Pregnancy Rate and Late Embryonic Loss in Dairy Cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 43, 53–58.

Gautam G., Nakao T., Yamada K., Yoshida C. (2010a):

Defining delayed resumption of ovarian activity postpartum and its impact on subsequent reproductive performance in Holstein cows. *Theriogenology* 73, 180-189.

Gautam G., Nakao T., Koike K., Long S.T., Yusuf M., Ranasinghe R.M.S.B.K., Hayashi A. (2010b):

Spontaneous recovery or persistence of postpartum endometritis and risk factors for its persistence in Holstein cows. *Theriogenology* 73, 168-179.

Gier H.T., Marion G.B. (1968):

Uterus of the Cow After Parturition: Involutional Changes. *Am. J. Vet. Res.* 29, 83-96.

Grunert E. (1983):

Ätiologie, Pathogenese und Therapie der Nachgeburtsverhaltung beim Rind. Wien. Tierärztl. Mschr. 70, 230-235.

Grunert E. (1990):

Weiblicher Geschlechtsapparat und Euter. In: Rosenberger, G. (Hrsg.), Die klinische Untersuchung des Rindes, 3. Auflage, Paul Parey-Verlag, Berlin und Hamburg, 472-549.

Grunert E. (1993a):

Das normale Puerperium. In: Richter J., Götze R.(Hrsg.), Tiergeburtshilfe, 4. Auflage Parey-Verlag, Hamburg und Berlin, 105-108.

Gümen A., Seguin B. (2003):

Ovulation rate after GnRH or PGF_{2α} administration in early postpartum dairy cows. Theriogenology 60, 341-348.

Hanzen Ch. (1982):

Uterine motility in cattle prior to and post parturition (preliminary results). In: Karg H., Schallenberger E. (Hrsg.), Factors Influencing Fertility in the Post-Partum Cow, The Hague, Boston/London, 61-66.

Hemeida N.A., Gustafsson B.K., Whitmore H.L. (1986):

Therapy of uterine infections: Alternatives to antibiotics. In: Morrow D. A. (Hrsg.), Current therapy in theriogenology 2 - Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in small and large animals, WB Saunders Company, Philadelphia, 45-47.

Henao G., Olivera-Ángel M., Maldonado-Estrada J.G. (2000):

Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. Anim. Reprod. Sci. 63, 127-136.

Heuwieser W., Guard C.L., Ferguson J.D., Foote R.H., Mansfeld R. (1990):

Zum Einfluss von Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) und Analogen auf die Konzeptionsrate beim Rind – Eine kritische Literaturübersicht. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 97, 430-433.

Heuwieser W., Ferguson J.D., Guard C.L., Foote R.H., Warnick L.D., Breickner L.C. (1994):

Relationships between administration of GnRH, body condition score and fertility in Holstein dairy cattle. Theriogenology 42, 703-714.

Hirsbrunner G., Küpfer U., Burkhardt H., Steiner A. (1999):

Wirkung verschiedener Prostaglandine auf den intrauterinen Druck und die Uterusmotorik von Kühen im Diöstrus. Tierärztl. Umschau 54, 624-630.

Hirsbrunner G., Burkhardt H., Steiner A. (2006):

Effects of a single administration of prostaglandin $F_{2\alpha}$, or a combination of prostaglandin $F_{2\alpha}$ and prostaglandin E_2 , or placebo on fertility variables in dairy cows 3–5 weeks post partum, a randomized, double-blind clinical trial. Reprod. Biol. Endocrinol. 4:65.

Hoedemaker M., Mansfeld R., De Kruif A., Heuwieser W. (2007):

Kennzeichen zur Beurteilung der Fruchtbarkeit. In: De Kruif A., Mansfeld R., Hoedemaker M. (Hrsg.), Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind, 2. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 30-34.

Hoffmann B. (1993):

Hormonale Kontrolle der Geburt. In: Richter J., Götze R.(Hrsg.), Tiergeburtshilfe, 4. Auflage, Parey-Verlag, Hamburg und Berlin, 116-120.

Hussain A.M., Daniel R.C.W. (1991):

Bovine Normal and Abnormal Reproductive and Endocrine Functions during the Postpartum Period: A Review. Reprod. Dom. Anim. 26, 101-111.

Hussein H. (2003):

Untersuchungen zur ovariellen Reaktion im Rahmen der Zyklussynchronisation mittels GnRH/PGF_{2α} und deren Graviditätsresultat bei Milchrindern. Dissertationsschrift, Gießen.

Janowsky T., Zduńczyk S., Mwaanga E.S. (2001):

Combined GnRH and PGF_{2α} Application in Cows with Endometritis Treated with Antibiotics. *Reprod. Dom. Anim.* 36, 244-246.

Kähn W. (1991):

Technik der Ultraschalluntersuchung beim Rind. In: Kähn W. (Hsg.), Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik, Nachdruck der 1. Auflage 1991 (2004), Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co, Hannover, 83-87.

Kamimura S., Ohgi T., Takahashi M., Tsukamoto T. (1993):

Postpartum Resumption of Ovarian Activity and Uterine Involution Monitored by Ultrasonography in Holstein Cows. *J. Vet. Med. Sci.* 55 (4), 643-647.

Kasimanickam R., Duffield T.F., Foster R.A., Gartley C.J., Leslie K.E., Walton J.S., Johnson W.H. (2004):

Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 62, 9-23.

Kesler D.J., Garverick H.A., Youngquist R.S., Elmore R.G., Bierschwal C.J. (1978):

Ovarian and endocrine responses and reproductive performance following GnRH treatment in early postpartum dairy cows. *Theriogenology* 78, 363-369.

Kindahl H., Edqvist L.E., Larsson K., Malmqvist A. (1982):

Influence of prostaglandins on ovarian function post partum. In: Karg H., Schallenberger E. (Hrsg.), Factors Influencing Fertility in the Post-Partum Cow, The Hague, Boston/London, 173-196.

Kindahl H., Bekana M., Kask K., Königsson K., Gustafsson H., Odensvik K. (1999):
Endocrine aspects of uterine involution in the cow. *Reprod. Dom. Anim.* 34, 261- 268.

Kiracofe G.H. (1980):

Uterine involution: Its role in regulating postpartum intervals. *J. Anim. Sci.* 51
(Suppl. 2), 16-28.

Knickerbocker J.J., Drost M., Thatcher W.W. (1986):

Endocrine patterns during the initiation of puberty, the estrus cycle, pregnancy and parturition in cattle. In: Morrow D. A. (Hrsg.), *Current therapy in theriogenology 2 - Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in small and large animals*, WB Saunders Company, Philadelphia, 117-125.

Kyle S.D., Callahan C.J., Allrich R.D. (1992):

Effect of Progesterone on the Expression of Estrus at First Postpartum Ovulation in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 75, 1456-1460.

Le Blanc S.J., Duffield T.F., Leslie K.E., Bateman K.G., Keefe G.P., Walton J.S., Johnson W.H. (2002):

Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2223-2236.

Lenz M., Drillich M., Heuwieser W. (2007):

Evaluierung der Diagnostik subklinischer Endometritiden mittels Ultraschall beim Rind. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 120 (5/6), 237-244.

Leslie K.E. (1983):

The Effects of Gonadotropin Releasing Hormone Administration in Early Postpartum Dairy Cows on Hormone Concentrations, Ovarian Activity and Reproductive Performance: A Review. *Can. Vet. J.* 24, 116-122.

Lewis G.S. (2003):

Steroidal regulation of uterine resistance to bacterial infection in livestock.

Reprod. Biol. Endocrinol. 1:117.

Lindell J.-O., Kindahl H., Jansson L. (1982):

Post-partum release of prostaglandin $F_{2\alpha}$ and uterine involution in the cow.

Theriogenology 17, 237-245.

Mansfeld R., De Kruif A., Hoedemaker M., Heuwieser W. (1999):

Fruchtbarkeitsüberwachung auf Herdenbasis. In: Grunert E., Berchtold M. (Hrsg.), Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind, 3. Auflage, Parey-Verlag, Berlin, 337-350.

Mc Clary D.G., Putnam M.R., Wright J.C., Sartin Jr. J.L. (1988):

Effect of early postpartum treatment with Prostaglandin $F_{2\alpha}$ on subsequent fertility in the dairy cow. Theriogenology 31 (3), 565-570.

Michiel G., Bostedt H., Hoffmann B., Failing K., Rattenberger E. (1999):

Effekte eines am 10. Tag post partum in unterschiedlicher Konzentration verabreichten $PGF_{2\alpha}$ -Analogons auf Puerperalverlauf und Fertilität beim Milchrind. Tierärztl. Praxis 27, 16-24.

Morton J.M., Allan J.D., Harris D.J., Miller G.T. (1992):

Failure of a single postpartum prostaglandin treatment to improve the reproductive performance of dairy cows. Aust. Vet. J. 69, 158-160.

Murphy M.G., Boland M.P. Roche J.F. (1990):

Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. J. Reprod. Fert. 90, 523-533.

Nakao T., Bamal A., Osawa T., Nakada K., Moriyoshi M., Kawata K. (1997):
Postpartum Plasma PGF Metabolite Profile in Cows with Dystocia and/or Retained
Placenta, and effect of Fenprostalene on Uterine Involution and Reproductive
Performance. *J. Vet. Med. Sci.* 59, 791-794.

Nation D.P., Burke C.R., Rhodes F.M., Macmillan K.L. (1999):
The inter-ovarian distribution of dominant follicles is influenced by the location of the
corpus luteum of pregnancy. *Anim. Reprod. Sci.* 56, 169-176.

Noakes D. E. (2009):
Involution. In: Noakes D.E., Parkinson T.J., England C.W. (Hrsg.), *Veterinary
Reproduction and Obstetrics*, 9th Edition, Saunders, 194-205.

Nohner H.-P., Görlach R., Görlach A., Hahn R., Lehnen B., Strauss J. (1989):
Einige neue Aspekte zum Einsatz von GnRH. *Tierärztl. Umschau* 44, 128-136.

Okano A., Tomizuka T. (1986):
Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. *Theriogenology*
27, 369-376.

Olson J. D., Bretzlaff K.N., Mortimer R.G., Ball L. (1986):
Metritis-Pyometra Complex. In: Morrow D. A. (Hrsg.), *Current therapy in
theriogenology 2 - Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in
small and large animals*, WB Saunders Company, Philadelphia, 227-229.

Oltenucu P.A., Britt J.H., Braun R.K., Mellenberger R.W. (1983):
Relationships Among Type of Parturition, Type of Discharge From Genital Tract,
Involution of Cervix and Subsequent Reproductive Performance in Holstein Cows. *J.
Dairy Sci.* 66, 612-619.

Opsomer G., Gröhn Y.T., Hertl J., Coryn M., Deluyker H., De Kruif A. (2000):
Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology* 53, 841-857.

Patton J., Kenny D.A., Mc Namara S., Mee J.F., O'Mara F.P., Diskin M.G., Murphy J.J. (2007):
Relationships Among Milk Production, Energy Balance, Plasma Analytes, and Reproduction in Holstein-Friesian Cows. *J. Dairy Sci.* 90, 649-658.

Peter A.T., Bosu W.T.K. (1988):
Influence of intrauterine infections and follicular development on the response to GnRH administration in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 29, 1163-1175.

Peters A.R. (1989):
Effect of prostaglandin $F_{2\alpha}$ on hormone concentrations in dairy cows after parturition. *Vet. Rec.* 124, 371-373.

Peters A.R., Lamming G.E. (1986):
Regulation of ovarian function in the postpartum cow: an endocrine model. *Vet. Rec.* 118, 236-239.

Peters A.R., Riley G.M. (1982):
Pulsatile LH secretion and its induction in post-partum beef cows. In: Karg H., Schallenberger E. (Hrsg.), *Factors Influencing Fertility in the Post-Partum Cow*, The Hague, Boston/London, 225-228.

Portaluppi M.A., Stevenson J.S. (2005):
Pregnancy Rates in Lactating Dairy Cows After Presynchronization Estrous Cycles and Variations of the Ovsynch Protocol. *J. Dairy Sci.* 88, 914-921.

Pushpakumara P.G.A., Gardner N.H., Reynolds C.K., Beever D.E., Wathes D.C. (2003):

Relationships between transition period diet, metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60, 1165-1185.

Reeves J.J., Rantanen N. W., Hauser M. (1984):

Transrectal real-time ultrasound scanning of the cow reproductive tract. *Theriogenology* 21, 485-494.

Risco C.A., Archbald L.F., Elliott J., Tran T., Chavatte P. (1994):

Effect of Hormonal Treatment on Fertility in Dairy Cows with Dystocia or Retained Fetal Membranes at Parturition. *J. Dairy Sci.* 77, 2562-2569.

Roche J.F. (2006):

The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Anim. Reprod. Sci.* 96, 282-296.

Rodriguez-Martinez H., Ko J., McKenna D., Weston P.G., Whitmore H.L., Gustaffson B.K., Wagner W.C. (1987):

Uterine motility in the cow during the estrous cycle. II. Comparative effects of prostaglandins F_{2α}, E₂, and Cloprostenol. *Theriogenology* 27, 349-358.

Savio J.D., Boland M.P., Roche J.F. (1990a):

Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows. *J. Reprod. Fert.* 88, 581-591.

Savio J.D. Boland M.P., Hynes N., Roche J.F. (1990b):

Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J. Reprod. Fert.* 88, 569-579.

Schallenberger E., Oerterer U., Hutterer G. (1982):

Neuroendocrine regulation of postpartum function. In: Karg H., Schallenberger E. (Hrsg.), Factors Influencing Fertility in the Post-Partum Cow, The Hague, Boston/London, 123-147.

Schams D., Schallenberger E., Menzer Ch., Stangl J., Zottmeier K., Hoffmann B., Karg H. (1978):

Profiles of LH, FSH and Progesterone in postpartum dairy cows and their relationship to the commencement of cyclic functions. Theriogenology 10, 453-468.

Schömig E., Schwanstecher C., Schwanstecher M., Taubert D. (2007):

Gonadorelin (GnRH), GnRH-Rezeptor-Agonisten und GnRH-Rezeptor-Antagonisten. In: Estler C.-J., Schmidt H. (Hrsg.), Pharmakologie und Toxikologie für Studium und Praxis, 6. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart, 643-645.

Schofield S.A., Kitwood S.E., Phillips C.J.C. (1999):

The Effects of a Post Partum Injection of Prostaglandin $F_{2\alpha}$ on Return to Oestrus and Pregnancy Rates in Dairy Cows. Vet. J. 157, 172-177.

Schröder U. J. , Staufienbiel R. (2006):

Invited Review: Methods to Determine Body Fat Reserves in the Dairy Cow with Special Regard to Ultrasonographic Measurement of Backfat Thickness. J. Dairy Sci. 89, 1–14.

Schulz L, Grunert E. (1959):

Physiologie und Pathologie der puerperalen Involution des Rinderuterus. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 66, 29-37.

Seidel R. (2007):

Messung der LH-Konzentrationen nach exogen verabreichten Gonadotropin-Releasing-Hormon-Gaben in den ersten 10 Tagen post partum beim Rind unter Berücksichtigung des Schweregrades der Geburt. Dissertationsschrift, VVB Laufersweiler Verlag, Gießen.

Sharpe P.H., Gifford D.R., Flavel P.F., Nottle M.B., Armstrong D.T. (1986):

Effect of Melatonin on postpartum anestrus in beef cows. *Theriogenology* 26, 621-629.

Sheldon I.M. (2004):

The postpartum uterus. *Vet. Clin. Food Anim.* 20, 569-591.

Sheldon I.M., Noakes D.E., Dobson H. (2000):

The influence of ovarian activity and uterine involution determined by ultrasonography on subsequent reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 54, 409-419.

Sheldon I.M., Noakes D.E., Dobson H. (2002a):

Effect of the regressing corpus luteum of pregnancy on ovarian folliculogenesis after parturition in cattle. *Biol. reprod.* 66, 266-271.

Sheldon I.M., Noakes D.E., Rycroft A.N., Dobson H. (2002b):

Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. *Reproduction* 123, 837-845.

Sheldon I.M., Noakes D.E., Rycroft A., Dobson H. (2001):

Acute phase protein responses to uterine bacterial contamination in cattle after calving. *Vet. Rec.* 148, 172-175.

Sheldon M., Lewis G.S., LeBlanc S., Bilbert R. (2006):

Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65, 1516-1530.

Smith B.I. und Risco C.A. (2002):

Clinical manifestation of postpartum metritis in dairy cattle. *Food Anim. Comp.* 24, 56-63.

Shresta H.K., Nakao T., Higaki T., Suzuki T., Akita M. (2004):

Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows. *Theriogenology* 61, 637- 649.

Silvestre F.T., Bartolome J.A., Kamimura S., Arteché A.C. Pancarci S.M., Trigg T., Thatcher W.W. (2009a):

Postpartum suppression of ovarian activity with a Deslorelin implant enhanced uterine involution in lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 110, 79-95.

Silvestre F.T., Risco C.A., Lopez M., De Sá M.J.S., Bilby T.R., Thatcher W.W. (2009b):

Use of increasing doses of a degradable Deslorelin implant to enhance uterine involution in postpartum lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 116, 196–212.

Staufenbiel R. (1997):

Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdickenmessung. *Prakt. Tierarzt, coll. vet.* XXVII, 87-92.

Staufenbiel R., Schröder U., Gelfert C.-C., Panicke L. (2003):

Körperkondition und Stoffwechselstabilität als Grundlage für eine hohe Milchleistung bei ungestörter Fruchtbarkeit und allgemeiner Gesundheit von Milchkühen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 46, (6), 513-526.

Stevenson J.S., Call E.P. (1988):

Fertility of Postpartum Dairy Cows After Administration of Gonadotropin-Releasing Hormone and Prostaglandin F_{2α}: A Field Trial. *J. Dairy Sci.* 71, 1926-1933.

Stolla R., Schmid G. (1990):

Auswirkungen natürlicher und synthetischer PGF_{2α}-Präparate auf die Uteruskontraktikität des Rindes. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 103, 198-202.

Terqui M., Chupin D., Gauthier D., Perez N., Pelot J., Mauléon P. (1982):

Influence of management and nutrition on postpartum endocrine function and ovarian activity in cows. In: Karg H., Schallenberger E. (Hrsg.), *Factors Influencing Fertility in the Post-Partum Cow*, The Hague, Boston/London, 384-408.

Thatcher W.W., Collier R.J. (1986):

Effects of Climate on bovine reproduction. In: Morrow D. A. (Hrsg.), *Current therapy in theriogenology 2 - Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in small and large animals*, WB Saunders Company, Philadelphia, 301-309.

Thatcher W.W., Bibly T.R., Bartolome J.A., Silvestre F., Staples C.R., Santos J.E.P. (2006):

Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. *Theriogenology* 65, 30-44.

Tian W., Noakes D.E. (1991a):

A radiographic method for measuring the effect of exogenous hormone therapy on uterine involution in ewes. *Vet. Rec.* 129, 463-466.

Tian W., Noakes D.E. (1991b):

Effects of four hormone treatments after calving on uterine and cervical involution and ovarian activity in cows. *Vet. Rec.* 128, 566-569.

Tsousis G., Herzog K., Bitter J., Krüger L., Bollwein H. (2008):

Sonographische Beurteilung des Uterus bei Holstein-Friesian Kühen ohne und mit Puerperalstörungen in den ersten 14 Tagen post partum. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 121 (1/2), 78-85.

Vanderpassche M. (1981):

Neue vergleichende Aspekte der Involution und der puerperalen Metritis bei Stute, Kuh und Sau. Mh. Vet. Med. 36, 804-807.

Wagner W.C., Hansel W. (1969):

Reproductive physiology of the post partum cow. J. Reprod. Fert. 18, 493-500.

Webb R., Lamming G.E., Haynes N.B., Foxcroft G.R. (1980):

Plasma progesterone and gonadotrophin concentrations and ovarian activity in post-partum dairy cows. J. Reprod. Fert. 59, 133-143.

Wehrend A., Reinle T., Herfen K., Bostedt H. (2002):

Die Fetotomie beim Rind unter besonderer Berücksichtigung postoperativer Komplikationen - eine Auswertung von 131 Operationen. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 109, 56-61.

Wehrend A., Failing K., Bostedt H. (2003):

Cervimetry and Ultrasonographic Observations of the Cervix Regression in Dairy Cows During the First 10 days Post Partum. J. Vet. Med. A 50, 470-473.

Wehrend A., Bostedt H. (2004):

Zusammenhang zwischen Involution der Zervix und des Uterus beim Rind in den ersten 10 Tagen post partum. Wien. Tierärztl. Mschr. 91, 99-102.

Wehrend A., Groeger S. (2008):

Verfahren der tierärztlichen Puerperalkontrolle und deren Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit. Tierärztl. Praxis, 36, Suppl. 1, 20-24.

Westwood C.T., Lean I.J., Garvin J.K. (2002):

Factors Influencing Fertility of Holstein Dairy Cows: A Multivariate Description. J. Dairy Sci. 85, 3225-3237.

Williams. C.Y., Harris T.G., Battaglia D.F., Viguie C., Karsch F.J. (2001):

Endotoxin Inhibits Pituitary Responsiveness to Gonadotropin-Releasing Hormone. Endocrinology 142, 1915-1922.

Young I.M. (1989):

Responses to dinoprost in the bovine early post partum. Vet. Rec. 124, 511-512.

Young I.M., Anderson D.B. (1986):

First service conception rate in dairy cows treated with dinoprost tromethamine early post partum. Vet. Rec. 118, 212-213.

Young I.M., Anderson D.B., Plenderleith R.W.J. (1984):

Increased conception rate in dairy cows after early post partum administration of prostaglandin F_{2α} THAM. Vet. Rec. 115, 429-431.

Zaremba W. (1990):

Postpartale Stadien beim Rind. In: Richter J., Götze R. (Hrsg.), Tiergeburtshilfe, 4. Auflage 1993, Parey-Verlag, Berlin und Hamburg, 107.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Axel Wehrend für das interessante Thema, die immer so schnell beantworteten Fragen und erfolgten Korrekturen sowie die konstruktiven Ratschläge.

Weiterhin herzlicher Dank gilt meinem ehemaligen Chef Dr. Thomas Riemann, der mir die Möglichkeit einräumte, den praktischen Teil dieser Doktorarbeit in seinem bestandsbetreuenden Betrieb parallel zu meiner Arbeit in seiner Praxis durchzuführen. Auch seine fachliche Beratung vor Ort war eine große Unterstützung für mich.

Bei den Firmen CEVA-Tiergesundheit GmbH sowie Veyx-Pharma GmbH bedanke ich mich für die Bereitstellung der Hormonpräparate.

Herrn Sylvio Key und Herrn Matthias Welsch aus dem Betrieb, der Agra-Milch e.G. Frohndorf/Orlishausen, möchte ich dafür danken, dass ich die Studie in ihrer Milchviehanlage durchführen konnte. All den großartigen Helfern im Betrieb, die mir zur Seite standen, wann immer ich Hilfe benötigte, sei ebenfalls vielmals gedankt.

Dabei denke ich insbesondere an Ulrike Göring, die bei jeder Untersuchung meine so nötige dritte und vierte Hand war.

Für die Unterstützung der statistischen Bearbeitung der Daten sei Herrn Dr. Klaus Failing und Frau Marion Sparenberg der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung im Fachbereich Veterinärmedizin Gießen großer Dank ausgesprochen, welche sich sehr ausdauernd zeigten und bei immer wieder neu entstandenen Fragen für mich da waren.

Marlene, Mario, Anna, Brad, Marianne und Josephine sei gedankt für die Hilfe bei Fragen und die am Ende durchgeführten Korrekturen.

Außerdem danke ich meinen Eltern, welche mir während der gesamten Zeit immer viel Geduld und Verständnis entgegen brachten und mich so unterstützen, wie es für sie möglich war. Abschließend danke ich meinem Freund Stefan, der für mich während der Abschlusszeit eine große Stütze war.

Ich erkläre:

Ich erkläre, die hier vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Susan Haß