

**Aus der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie  
des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin**

**Besamungsmanagement in der Tierärztlichen Fahrpraxis -  
Einflussfaktoren auf den Besamungserfolg  
und die Tierarztkosten**

**Inaugural-Dissertation**  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin (Dr. med. vet.)  
an der  
Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
**Armando-Rafael Schönhoff**  
Tierarzt aus Stendal

Berlin 2025  
Journal-Nr.: 4497







AUS DER KLINIK FÜR PFERDE, ALLGEMEINE CHIRURGIE UND RADIOLOGIE  
DES FACHBEREICHS VETERINÄRMEDIZIN  
DER FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

**BESAMUNGSMANAGEMENT IN DER TIERÄRZTLICHEN FAHRPRAXIS -  
EINFLUSSFAKTOREN AUF DEN BESAMUNGSERFOLG UND DIE TIERARZTKOSTEN**

INAUGURAL-DISSERTATION  
ZUR ERLANGUNG DES GRADES EINES  
DOKTORS DER VETERINÄRMEDIZIN (DR. MED. VET.)  
AN DER  
FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

VORGELEGT VON  
ARMANDO-RAFAEL SCHÖNHOF  
TIERARZT AUS STENDAL

BERLIN 2025  
JOURNAL-NR.: 4497

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Uwe Rösler  
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Johannes Handler  
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel  
Dritter Gutachter: Prof. Dr. Leo Brunnberg

*Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):*

horses, animal reproduction, veterinary practice, diagnostic techniques,  
clinical examination, fertility

Tag der Promotion: 09.04.2025

*Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek*

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

ISBN: 978-3-96729-281-7

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2025**

Dissertation, Freie Universität Berlin

**D188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

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

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

This document is protected by copyright law.

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

Druck: CP Kopie & Druck GmbH, Berlin

alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2025 verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

FÜR MEINE FRAU CHRISTIN



---

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	VII
1. Einleitung.....	1
2. Literaturübersicht.....	3
2.1. Die manuelle vaginale Untersuchung der Stute .....	3
2.1.1. Öffnungsgrad der Cervix (Portio vaginalis) in verschiedenen Stadien der Rosse: CI - CIV, bzw. in der Trächtigkeit .....	3
2.1.2. Schleimhautbeschaffenheit.....	3
2.2. Die Rektale Untersuchung der Stute per Ultraschall .....	4
2.2.1. Uterusbefunde.....	4
2.2.2. Ovarbefunde .....	5
2.3. Weitere Diagnostik.....	7
2.3.1. Zytologische und bakteriologische Untersuchung einer Tupferprobe .....	7
2.3.2. Durchführung einer Uterusbiopsie .....	8
2.4. Behandlungen.....	10
2.4.1. Rosseeinleitung.....	10
2.4.2. Ovulationseinleitung.....	10
2.4.3. Sterilitätsbehandlungen.....	11
2.5. Besamung einer Stute .....	12
2.5.1. Samenart, Lebensdauer und die daraus resultierenden Untersuchungsintervalle	12
2.5.2. Besamungszeitpunkt und Ovulationsfeststellung.....	12
2.5.3. Besamung in der Fohlenrosse .....	13
2.5.4. Techniken.....	13
2.6. Trächtigkeitsuntersuchungen.....	14
2.6.1. Zeitpunkt der ersten und weiterer Trächtigkeitsuntersuchungen .....	14
2.6.2. Zwillingsträchtigkeiten, ihre Häufigkeit (auch in Abhängigkeit der Zahl ovulierter Follikel) und Zwillingsmanagement .....	15
2.6.3. Embryonale Mortalität und Erhaltung der Trächtigkeit .....	16
2.7. Trächtigkeitsraten bzw. Fruchtbarkeit in Abhängigkeit von: .....	17
2.7.1. Zuchtkondition der Stute .....	17
2.7.2. Rasse der Stute (Warmblut, Pony oder Ähnliches).....	17
2.7.3. Alter der Stute .....	18

2.7.4. Zuchtsaison der Stute .....	18
2.7.5. Letzte Abfohlung .....	18
2.7.6 Anzahl der Besamungsgrossen .....	19
2.7.7. Monat .....	19
2.7.8. Besamung in der Fohlenrosse .....	19
2.7.9. Hengst.....	20
2.7.10. Samenart.....	20
2.7.11. Diagnostik und Behandlungen .....	21
2.7.12. Besamungszeitpunkt, Cervix-, Uterus- und Ovarbefunde .....	21
2.7.13. Anzahl der Besamungen.....	21
2.8. Behandlungskosten .....	22
3. Material und Methoden.....	25
3.1 Gynäkologische Untersuchung.....	25
3.2 Datenerhebung in der Stutenkartei.....	26
3.3 Statistische Auswertung .....	31
4. Ergebnisse .....	33
4.1 Potentielle Einflussfaktoren auf die Trächtigkeitsrate .....	33
4.1.1 Rasse .....	33
4.1.2 Alter der Stute .....	35
4.1.3 Zuchtsaison der Stute .....	37
4.1.4 Letzte Abfohlung .....	37
4.1.5 Anzahl an Besamungsgrossen.....	38
4.1.6 Monat und Jahr .....	39
4.1.7 Besamung in der Fohlenrosse .....	40
4.1.8 Hengst.....	40
4.1.9 Samenart.....	40
4.1.10 Uterustupferbefund.....	40
4.1.11 Rosseinduktion.....	41
4.1.12 Ovulationsinduktion .....	41
4.1.13 Sterilitätsbehandlungen.....	42
4.1.14 Befunde der gynäkologischen Untersuchung (Cervix, Uterus, Ovarien).....	44
4.1.15 Besamungszeitpunkt .....	46
4.1.16 Anzahl der Besamungen .....	47
4.2 Behandlungskosten .....	48

5. Diskussion .....	49
5.1 Potentielle Einflussfaktoren auf die Trächtigkeitsrate .....	49
5.1.1 Rasse .....	49
5.1.2 Alter der Stuten .....	50
5.1.3 Zuchtsaison der Stute / Letzte Abfohlung .....	52
5.1.4 Anzahl der Besamungsgrossen .....	53
5.1.5 Monat / Jahr .....	54
5.1.6 Besamung in der Fohlenrosse .....	56
5.1.7 Hengst .....	57
5.1.8 Samenart .....	58
5.1.9 Uterustupferbefund .....	59
5.1.10 Rosseinduktion / Ovulationsinduktion .....	60
5.1.11 Sterilitätsbehandlungen .....	61
5.1.12 Befunde der gynäkologischen Untersuchung (Cervix, Uterus, Ovarien) .....	62
5.1.13 Besamungszeitpunkt .....	63
5.1.14 Anzahl der Besamungen .....	64
5.2 Behandlungskosten .....	65
6. Zusammenfassung .....	67
7. Summary .....	68
8. Literaturverzeichnis .....	69
9. Danksagung .....	75
10. Finanzierungshilfen und Interessenkonflikt .....	76
11. Selbstständigkeitserklärung .....	77



---

## I. Abkürzungsverzeichnis

BCS	Body Condition Score
CL	Corpus luteum
FSH	Follikelstimulierendes Hormon
eCG	Equines Chorion Gonadotropin
ET	Embryotransfer
GnRH	Gonadotropin - Releasing - Hormon
GOT	Gebührenordnung für Tierärzte
hCG	humanes Chorion Gonadotropin
i. u.	intrauterin
LH	Luteinisierendes Hormon
PGF <sub>2α</sub>	Prostaglandin F <sub>2α</sub>
p. conc.	post conceptionem
p. ov.	post ovulationem
p. p.	post partum
TG	gefrierkonservierter Samen
TR	Trächtigkeitsrate

---

## II. Abbildungsverzeichnis

1. Stutenkartei.....	26
2. Trächtigkeitsrate in Abhängigkeit von der Anzahl der Besamungsgrossen.....	38
3. Zusammenhang zwischen dem Intervall (h) der letzten Besamung und der Feststellung der Ovulation.....	46

---

### III. Tabellenverzeichnis

1. Beurteilungssystem der Endometriumsbiopsie bei der Stute im klinisch-gynäkologischen Kontext nach Schoon et al. (1997).....	9
2a. Auszüge aus der Gebührenordnung für Tierärzte mit Relevanz für die Stutengynäkologie.....	23
2b. Auszug aus der Gebührenordnung für Tierärzte mit Relevanz für die Stutengynäkologie, nach der GOT Novelle vom 22.11.2022.....	24
3. Trächtigkeitsraten in Abhängigkeit von der Pferderasse.....	34
4. Trächtigkeitserfolg in Abhängigkeit vom Alter der Stuten.....	36
5. Trächtigkeitsraten in Abhängigkeit vom Monat.....	39
6. Vergleich der Trächtigkeitsraten nach Anwendung verschiedener Methoden zur Ovulationsinduktion.....	42
7. Einfluss der Sterilitätsbehandlung auf den Trächtigkeitserfolg.....	43
8. Trächtigkeitsergebnis in Abhängigkeit vom Cervixbefund bei der letzten Besamung in der Rosse.....	44
9. Trächtigkeitsergebnis in Abhängigkeit vom Uterusbefund bei der letzten Besamung in der Rosse.....	45



---

## 1. Einleitung

Der Erfolg in der Reproduktionsmedizin bei der Stute ist von multiplen intrinsischen und extrinsischen Faktoren beeinflusst und kann durch die Berechnung der Trächtigkeitsrate messbar und somit auch vergleichbar gemacht werden. Die Anamnese der stutenbezogenen Daten in Kombination mit einer guten gynäkologischen Untersuchung, der daraufhin eingeleiteten Art der Diagnostik und Behandlungen entscheiden maßgeblich über die Effektivität der Reproduktion. Die Steigerung dieser Effektivität gewinnt durch den Einsatz hoch frequentierter Hengste, sinkende Samenkonzentrationen und nicht zuletzt durch den Einsatz von TG-Samen immer mehr an Bedeutung. Zudem ist für die Stutenbesitzer ein effektiver Weg zur trächtigen Stute auch für die Reduktion der Kosten von hoher Relevanz.

Ziel der vorliegenden Dissertation ist die retrospektive Analyse der Trächtigkeitsraten von Stuten in Abhängigkeit von der Rasse, des Alters, der Anzahl der Zuchtsaisonen, der Anzahl der Besamungsrossen, des Besamungsmonats, der Besamung in der Fohlenrosse, dem Hengst, der gynäkologischen Diagnostik und anschließender Behandlungen, des Besamungszeitpunktes und der Anzahl der Besamungen. Dafür wurden von 2013 bis 2016 alle in einer Stutenkartei einer Pferdepraxis erfassten manuellen, vaginalen, rektalen und sonographischen Untersuchungen sowie Behandlungen ausgewertet. Auch die Behandlungskosten wurden einbezogen, um eine Antwort auf die Frage vieler Züchter: „Was kostet die tragende Stute?“ zu finden.



---

## **2. Literaturübersicht**

### **2.1. Die manuelle vaginale Untersuchung der Stute**

#### **2.1.1. Öffnungsgrad der Cervix (*Portio vaginalis*) in verschiedenen Stadien der Rosse (CI – CIV) bzw. in der Trächtigkeit**

Die Öffnung der Cervix und die Abflachung der Vagina während des Östrus wird hormonell durch hohe Östrogen- und niedrige Progesteronkonzentrationen initiiert (Aurich, 2011). Als Beurteilungsgrundlage der vaginalen Untersuchung dient der „Befundschlüssel zur gynäkologischen Untersuchung“ (Götze 1949, modifiziert). Die Form der *Portio vaginalis* wird unterteilt in zapfenförmig, rosettenförmig, schlaff und verlaufen. Der Öffnungsgrad wird eingeteilt in vollständig verschlossen (0), passierbar für Strohalm (CI), passierbar für Bleistift (CII), passierbar für 1-2 Finger (CIII) und passierbar für 3-5 Finger (CIV) (Handler, 2009a). Die Befunde während der Trächtigkeit entsprechen im Wesentlichen denen im Diöstrus (*Portio vaginalis* zapfenförmig), wobei während der Trächtigkeit eine Erhöhung von Tonus und Konsistenz der Zervix auftreten kann (Hoffmann et al., 2009).

#### **2.1.2. Schleimhautbeschaffenheit**

Um die Schleimhautbeschaffenheit des Vorhofs, der Scheide und der *Portio vaginalis* beurteilen zu können, wird ein Spreizspekulum zur Hilfe genommen. Die Beurteilungskriterien beziehen sich auf die Farbe, die Feuchtigkeit, Sekretbildung sowie Besonderheiten wie Gewebsspannen, Verklebungen, Zysten oder Varizen (Handler, 2009a).

## **2.2. Die Rektale Untersuchung der Stute per Ultraschall**

### **2.2.1. Uterusbefunde**

Der anatomische Aufbau der Geschlechtsorgane der Stute umfasst einen unpaaren Uteruskörper mit paarigen Uterushörnern (*Uterus bicornis*) und einer *Vagina simplex*. Der *Uterus bicornis* wiederum wird in die *Cervix uteri*, das *Corpus uteri* sowie die *Cornua uteri* eingeteilt (Gille, 2005). Die gynäkologische Untersuchung sowohl für die Zyklusdiagnostik als auch zur Detektion der Gravidität basiert auf zwei wichtigen Säulen. Dies ist zum einen die transrektale manuelle Palpation und ergänzend dazu die transrektale sonographische Untersuchung des Genitaltrakts (Bostedt et al., 2014).

#### **2.2.1.1. Uterusödem**

Die Ausbildung der Radspeichenstruktur während des Östrus beruht auf den hohen Östrogen- und niedrigen Progesteronkonzentrationen, die zur Ödematisierung des Endometriums, insbesondere des Stratum compactum führen. Dieses Ödem ist dabei oft mit der Synthese geringer Mengen Flüssigkeit im Uteruslumen assoziiert. Konträr dazu stellt sich die Echotextur des Uterus während der Lutealphase homogen und ohne Ödembildung dar (Aurich, 2011). Der Grad der Ausbildung des Uterusödems ist dabei individuell und nicht bei allen Stuten gleichmäßig stark ausgeprägt. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass die gleiche Stute in aufeinander folgenden Rossen Uterusödeme mit konstanter Intensität ausbildet (Cuervo-Arango u. Newcombe, 2008).

### **2.2.1.2. Endometritis: Flüssigkeit und Reflexe**

Den ersten Hinweis auf eine Endometritis liefert ultrasonographisch festgestellte intrauterine Flüssigkeit, welche zu erhöhter Echogenität und Reflexbildung führt. Der Charakter der Flüssigkeit und die Menge können erste Hinweise auf die Schwere der Endometritis liefern. Um die Diagnose einer Endometritis zu sichern, ist die bakteriologische und zytologische Untersuchung unumgänglich und wenn möglich ist auch eine histologische Evaluation des Endometriums anzuschließen (Liu u. Troedsson, 2008). Die klinisch verifizierbare Einteilung der Endometritis modifiziert nach Sielhorst et al. (2019) in die venerische (Genitalinfektionen) und chronische (infektiöse) Endometritis, sowie die belegungsassoziierte Entzündung des Endometriums erscheint für diese Dissertationsschrift am sinnvollsten zu sein.

### **2.2.1.3. Endometriumzysten**

Der Summationsbegriff Endometriumzysten umfasst histologisch Lymphlakunen, glanduläre Zysten und Phlebektasien (Varizen). Während glanduläre Zysten oft im Zusammenhang mit der Endometrose diagnostiziert werden, können Lymphangiektasien während des Östrus entstehen und sich anschließend wieder zurückbilden. Je nach Größe und Verteilung der Zysten ist die endometriale Clearance und somit die Konzeption des Konzeptus gestört. Die Differenzierung ist ultrasonographisch nicht möglich und erfordert die Entnahme einer Uterusbiopsie, um schon vor der Vorbereitung und Besamung der Stute Aussagen über die Konzeptionswahrscheinlichkeit treffen zu können (Schoon et al., 1997).

## **2.2.2. Ovarbefunde**

Beim Pferd sind die Ovarien relativ groß (8 x 4 cm) und bohnenförmig, wobei die Größe saisonal-östrisch variiert. Palpierbar sind sie jeweils eine Handbreit kaudal der Nieren, paramedian und ventral der Iliopsoasgruppe. Eine Besonderheit bei den Equiden ist die Ovulationsgrube, wodurch der Gelbkörper rektal nicht als Erhebung palpierbar ist (Gille, 2005b).

### **2.2.2.1. Follikelreifung und Follikelgrößen bis zur Ovulation**

Die Entstehung einer Follikelwelle bei der Stute wird durch einen FSH-Anstieg stimuliert. Dieser erreicht sein Maximum bei einer Follikelgröße von 13 mm. Einige Tage nach diesem Peak erreichen die zwei größten Follikel aus dieser Welle eine Größe von 19 bis 22 mm. Ab diesem Punkt entsteht die Abweichung des Größenwachstums. Der größere der beiden unterliegt nun einem kontinuierlichen Größenzuwachs und der kleinere stagniert oder reduziert seine Größe, was in der supprimierenden Wirkung von Östradiol und Inhibin des dominanten Follikels auf die FSH-Produktion begründet liegt (Ginther, 2000). Die Induktion der Rosse im Frühjahr erfolgt bei den Equiden durch den natürlichen Anstieg der Tageslichtlängen, wodurch sie zu den „long-day-breeder“ zählen. Ein normaler Zyklus umfasst dabei 22 Tage, wobei der Östrus fünf bis sieben Tage dauert. Die Ausbildung einer folliculären Welle während der Lutealphase ist typisch für die Equiden, wobei Ponys in der Regel eine folliculäre Welle und Warmblüter zwei folliculäre Wellen innerhalb eines Östruszyklus bilden. Der präovulatorische Follikel wächst am Tag um durchschnittlich 3 mm (im Durchmesser) und seine Größe beträgt zum Zeitpunkt der Ovulation ungefähr 40 mm. Es sind auch Follikelgrößen von 55 mm und mehr möglich (Aurich, 2011). Diese Aussage deckt sich mit der Studie von Cuervo-Arango und Newcombe (2008), die bei den präovulatorischen Follikeln Durchmesser von 36 bis zu 59 mm ermittelten. Sie konnten auch zeigen, dass der präovulatorische Follikel in zwei aufeinander folgenden, spontanen Rossen nicht hormonell behandelte Stuten den gleichen Durchmesser erlangte (Cuervo-Arango u. Newcombe, 2008). Abhängig von der Rasse, dem Alter der Stute, dem Reproduktionsstatus und der pharmakologischen Ovulationsbeeinflussung sind auch Doppelovulationen beim Pferd möglich (Aurich, 2011).

### **2.2.2.2. Anovulatorische Follikel und Follikelhämatome**

Die erste große Follikelwelle in der frühen Lutealphase endet oft physiologisch mit einem präovulatorischen Follikel der nicht ovuliert und somit als anovulatorischer Follikel bezeichnet wird (Aurich, 2011). Im Gegensatz dazu ist die Follikelhämatombildung pathologisch und betrifft vor allem anovulatorische, hämorrhagische Follikel und verringert die Wahrscheinlichkeit der Konzeption in der jeweiligen Rosse stark. Häufig beobachtet werden kann dieses Phänomen vom Übergang des Winteranöstrus zur normalen Ovaraktivität (Aurich, 2009).

## 2.3. Weitere Diagnostik

### 2.3.1. Zytologische und bakteriologische Untersuchung einer Tupferprobe

Zur Tupferprobenentnahme aus dem Uterus wird routinemäßig ein doppelt-geschütztes Tupferentnahmesystem genutzt. Die Probengewinnung von der Oberfläche des Endometriums erfolgt entweder mittels transvaginal-manueller Methode, mittels Spekulum und Fasszange oder unter Benutzung des iVetscopes, wobei die Wahrscheinlichkeit der bakteriellen Kontamination der Tupferprobe bei der transvaginal-manuellen Methode am höchsten ist (Sielhorst et al., 2019). Neben der Entnahmetechnik wird auch dem Entnahmezeitpunkt eine hohe Bedeutung zugesprochen. So konnte Brook (1985) zeigen, dass dieselben Stuten im Frühöstrus negative Tupferbefunde aufwiesen und diese im Hauptöstrus positiv waren. Ursächlich dafür ist die Trockenheit des Endometriums im Anöstrus, Diöstrus und frühen Östrus. Daraus resultierend kann die Empfehlung ausgesprochen werden, Tupferproben nur während des Hauptöstrus zu entnehmen (Brook, 1985). Die Leitkeime der mikrobiologischen Auswertung der Tupfer stellen *β-hämolyisierende Streptokokken* (34 %), gefolgt von *E. coli* (17 %) und *Pseudomonas spp.* (11,7 %) und nicht pathogenen sonstigen Mikroorganismen (11,3 %) dar (Riddle et al., 2007). Die Anzahl der positiven mikrobiologischen Tupferbefunde ist zudem abhängig davon, ob die Stute güt ist (12,2 %), ein Fohlen bei Fuß hat (11,1 %) oder eine Maidenstute ist (3,2 %) (Riddle et al., 2007). Ergänzend zur mikrobiologischen Untersuchung stellt die zytologische Untersuchung von endometrialen Abstrichen eine gute Möglichkeit dar, um zwischen akuten und chronischen Entzündungen zu unterscheiden. Akute Entzündungen sind dabei durch die Präsenz von Neutrophilen gekennzeichnet und bei der chronischen Entzündung finden sich zudem Makrophagen und Lymphozyten. Mikroorganismen sind bei beiden Entzündungsformen detektierbar. Die zytologische Untersuchung ist als Ergänzung anzusehen, ersetzt jedoch nicht die bakteriologische Untersuchung und die Uterusbiopsie (Couto u. Hughes, 1984). Generell gilt, dass bei der Präsenz von > 5 % Neutrophilen von einer Endometritis ausgegangen werden kann. Dieser Wert in Kombination mit den klinischen Zeichen (schwache Uteruskontraktilität, Akkumulation intrauteriner Flüssigkeit, Bakteriologie) werden dann herangezogen, um über eine Therapie zu entscheiden (Card, 2005). Riddle et al. (2007) konnten doppelt so häufig eine positive Zytologie als eine positive Mikrobiologie nachweisen, wobei die Isolation von Mikroorganismen mit reduzierten Trächtigkeitsraten korrelierte, auch in Abwesenheit von zytologischen Entzündungszeichen.

### **2.3.2. Durchführung einer Uterusbiopsie**

Ergänzend zur Tupferprobenentnahme ist die Uterusbiopsie ein invasiveres, aber dennoch als risikoarm eingestuftes Verfahren, um die Ursachen für Fertilitätsstörungen bei der Stute zu ergründen. Die Biopsieentnahme erfolgt mit Hilfe einer Uterusbiopsiezange, welche unter Fingerschutz durch den Zervikalkanal eingeführt wird und vom Boden des Uteruslumens im Bereich der Gebärmutterhornbasis entnommen wird (Handler, 2009b). Nach der Biopsieentnahme wird das Biopstat in 10%igem gepufferten Formalin fixiert und zur histologischen Untersuchung in ein Speziallabor versandt (Jäger et al., 2018). Um den pathohistologischen Befund der Biopsie zu evaluieren, haben Schoon et al. (1997) ein Beurteilungssystem vorgestellt, bei dem die Endometriumbiopsie komplementär zum klinisch-gynäkologischen Kontext interpretiert wird (Tab.1) (Schoon et al., 1997).

Die histologische Einteilung in die vier Kategorien ermöglicht eine Aussage darüber, wie wahrscheinlich es ist, dass die Stute konzipiert und ein lebendes Fohlen gebärt: Kategorie I (81-100 %), Kategorie IIa (51-80 %), Kategorie IIb (11-50 %), Kategorie III (0-10 %) (Handler, 2009b). Die Autoren einen sich in der Aussage, dass die Uterusbiopsie als Ergänzung zu einer gründlichen Anamnese, klinisch-gynäkologischen Untersuchung, bakteriologischen Untersuchung und eventuellen endokrinologischen Untersuchung zu interpretieren ist und diese nicht ersetzen können (Handler, 2009b; Jäger et al., 2018; Schoon et al., 1997).

*Tab. 1: Beurteilungssystem der Endometriumbiopsie bei der Stute im klinisch-gynäkologischen Kontext nach Schoon et al. (1997)*

Befunde	<p>Endometritis</p> <p>Endometrose</p> <p>Lymphlakunen</p> <p>Angiopathie</p> <p>Fehldifferenzierung</p>
Kategorie	<p>Endometrium o.b.B. (I)</p> <p>+ geschädigtes Endometrium (IIa)</p> <p>++ geschädigtes Endometrium (IIb)</p> <p>+++ geschädigtes Endometrium (III)</p>
Epikrisis	<p>unter Berücksichtigung des Alters der Stute ist die Prognose eher besser/eher schlechter</p> <p>unter Berücksichtigung einer Gützeit von 2 Jahren und mehr ist die Prognose schlechter</p> <p>bei entsprechend gezielter Therapie ist eine Verbesserung/Heilung möglich/ die Befunde gelten als irreversibel, eine Behandlung ist nicht möglich</p>

## **2.4. Behandlungen**

### **2.4.1. Rosseeinleitung**

Während der Gelbkörperphase kann der Östrus durch die Injektion von  $\text{PGF}_{2\alpha}$  – Analoga, frühestens 5 Tage nach der letzten Ovulation initiiert werden. Das Intervall von der Zyklusinduktion bis zur Ovulation ist abhängig von der Follikelgröße zum Zeitpunkt der Hormoninjektion (Aurich, 2011). Im Gegensatz zur Rosseeinleitung gibt es auch Möglichkeiten die Rosse pharmakologisch zu unterdrücken. Dies ist zum einen durch die tägliche Injektion von Progesteron oder durch die orale Gabe des synthetischen Altrenogests möglich (Aurich, 2011). Der kombinierte Einsatz von Prostaglandinen und des humanen Choriongonadotropins (hCG) muss von Fall zu Fall kritisch geprüft werden, da die Inzidenz von Zwillingsträchtigkeiten höher ist als beim alleinigen Einsatz von hCG (Squires, 2008). Nach der Rosseinduktion mit  $\text{PGF}_{2\alpha}$  erfolgt die Ovulation im Mittel nach  $6,7 \pm 0,7$  Tagen (Cuervo-Arango u. Newcombe, 2008).

### **2.4.2. Ovulationseinleitung**

Um die Anzahl der Besamungsportionen bei hoch frequentierten Hengsten sowie die Häufigkeit der Besamungen in Hinblick auf den möglichen Keimeintrag in den Uterus während der Besamung zu minimieren, gibt es die Möglichkeit der medikamentellen Ovulationsinduktion. Zu diesem Zweck sind zwei für Stuten zugelassene Präparate erhältlich. Das intravenös zu verabreichende humane Choriongonadotropin (hCG, Ovogest, Firma MSD Animal Health) und das Deslorelin-Implantat (Ovogest, Firma Dechra Veterinary Products). Die Ovulation erfolgt dann nach  $36 \pm 4$  Stunden (Ovogest) bzw.  $40,7 \pm 3,2$  Stunden (Ovuplant) (Campell, 2012). Diese beiden Präparate sollten nur zum Einsatz kommen, wenn der dominante Rossefollikel einen Durchmesser von über 35 mm hat und die Uterusschleimhaut bei der rektalen ultrasonographischen Untersuchung ein deutliches Rosseödem aufzeigt (Aurich, 2011). In der Literatur wird das mit der Verwendung von Ovuplant einhergehende verlängerte interovulatorische Intervall bei einigen Stuten ohne Trächtigkeit kritisch betrachtet. Die Entfernung des Implantates 48 Stunden nach der Ovulation hat sich als effektive Methode erwiesen, um normale Ovulationsraten ohne verlängerte interovulatorische Intervalle zu bewirken (McCue et al., 2002). Durch die medikamentelle Ovulationsinduktion kommt es zur signifikanten Reduktion des Durchmessers des präovulatorischen Follikels (Cuervo-Arango u. Newcombe, 2008). Klinische Erfahrungen zeigen, dass in den frühen Monaten der Zuchtsaison der Einsatz von hCG dem des Deslorelin-Implantates vorzuziehen ist, da dieser als GnRH-Agonist die Ausschüttung von LH aus der Hypophyse stimuliert und deren Vorrat früh in der Saison limitiert ist (Squires, 2008).

### **2.4.3. Sterilitätsbehandlungen**

Zu den gängigen Sterilitätsbehandlungen zählen die Uteruslavage, der Einsatz von Uterotonika sowie gegebenenfalls die antibiotische Behandlung. Die Uteruslavage erfolgt mit geschlossenen Spülsystemen und kann sowohl vor als auch nach der Besamung Anwendung finden, wobei sterile Ringerlaktat-Lösung häufig der 0,9%igen Kochsalzlösung vorgezogen wird, mit der Begründung aufgrund des physiologischen pH-Wertes weniger irritierend zu sein (Sielhorst et al., 2019). Als Uterotonika stehen Oxytocin und  $\text{PGF}_{2\alpha}$  zur Verfügung und können im Anschluss an die Uteruslavage eingesetzt werden (Sielhorst et al., 2019). Um Flüssigkeit aus der Gebärmutter zu evakuieren, gibt es die Empfehlung vor der Ovulation Prostaglandine zu nutzen und nach der Ovulation Oxytocin, um die Ausbildung des Gelbkörpers nicht negativ zu beeinflussen (Squires, 2008). Je nach Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung und unter Interpretation des Antibiogramms kann im Anschluss die systemische oder intrauterine / lokale antibiotische Therapie erfolgen (Sielhorst et al., 2019).

## **2.5. Besamung einer Stute**

### **2.5.1. Samenart, Lebensdauer und die daraus resultierenden Untersuchungsintervalle**

Die optimale Spermienkonzentration bei Frischsamen liegt zwischen 25 und 50 x 10<sup>6</sup> Spermien pro mL. Der limitierende Punkt für den Einsatz von Frischsamen stellt die Lagerung dar, während derer sich Sauerstoffradikale bilden und diese die Plasmamembran der Spermien schädigen, was die Motilität / Fertilität reduziert (Heckenbichler et al., 2011). Generell gilt beim Einsatz von Frischsamen, dass eine geringere absolute Spermienzahl mit besserer Motilität eine höhere Fertilität verspricht als höhere absolute Spermienzahlen mit geringerer Motilität (Heckenbichler et al., 2011). Eine weitere Möglichkeit stellt der Einsatz von Tiefgefriersamen (TG-Samen) dar. Dieser wird unmittelbar vor der Insemination aufgetaut. Eine übliche Portion TG-Samen enthält 250 Millionen vorwärtsbewegliche Spermien und nach dem Auftauen noch eine Motilität von mindestens 35 % (Govaere et al., 2014).

### **2.5.2. Besamungszeitpunkt und Ovulationsfeststellung**

Unter Verwendung von gekühltem Frischsamen war die Trächtigkeitsrate in einer Studie von Newcombe und Cuervo-Arango bei Stuten, die 36-24 Stunden vor der Ovulation besamt wurden, signifikant niedriger (29,4 %) als bei den Stuten, die entweder 24-0 Stunden (60 %) vor der Ovulation oder 0 – 8 Stunden (66,7 %) und 8 – 16 Stunden nach der Ovulation (70,1%) besamt wurden (Newcombe u. Cuervo-Arango, 2011). Bei der Planung des Besamungszeitpunkts nach hCG Injektion muss auch die saisonale Komponente Beachtung finden. In einer Untersuchung von Sieme et al. (2003) ovulierten 97 % der Stuten innerhalb von 48 Stunden nach der intravenösen Injektion von 1500 IU hCG, wobei der Abstand zwischen hCG-Injektion und Ovulation in der zweiten Hälfte der Zuchtsaison (Mai – Juli) signifikant kürzer als in der ersten Hälfte (März - April) war.

### **2.5.3. Besamung in der Fohlenrosse**

Die Stuten sezernieren fünf Tage nach der Abfohlung einen Ausfluss, welcher in hohen Konzentrationen Blutzellen, Makrophagen und Neutrophile enthält. Bei den meisten Stuten ist der Schleim jedoch neun Tage post partum (p. p.) vollständig frei von Entzündungszellen. Als Richtlinie gilt somit nach Brook (1985), dass die Fohlenrosse von Stuten, die zwischen sieben und zehn Tagen p. p. keine Bakterien und keine oder nur wenige Neutrophile im Uterus aufweisen, zur Besamung genutzt werden kann (Brook, 1985).

### **2.5.4. Techniken**

Da die Schleimhaut der *Cervix uteri* bei der Stute, wie auch bei den Fleischfressern, nur aus Längsfalten (*Plicae longitudinales*) besteht, ist diese einfach zu katheterisieren (Gille, 2005a). Generell kann bei der künstlichen Besamung der Stute zwischen der Besamung in den Uteruskörper und der tiefen intracornualen Besamung unterschieden werden (Govaere et al., 2014). Aufgrund der stetig steigenden Nachfrage guter Hengste wurden zwei verschiedene Verfahren der intracornualen Besamung entwickelt, um mit geringeren Spermakonzentrationen (1 - 25 Millionen) bzw. geringeren Volumina (20 - 1000 µl) akzeptable Trächtigkeitsraten zu erzielen. Zum einen besteht die Möglichkeit der hysteroskopischen Besamung mit kleinen Spermamengen, wobei ein flexibles, vorgewärmtes Videoendoskop vaginal in das gewünschte Uterushorn eingeführt. Zum anderen die tiefe intracornuale Besamung mit Hilfe einer 65 cm langen flexiblen Pipette unter Rektalkontrolle. Das Sperma wird dabei ipsilateral in das Uterushorn appliziert, auf dessen Ovar sich auch der präovulatorische Follikel befindet. Die Trächtigkeitsraten beider Verfahren unterscheiden sich nicht statistisch signifikant, wenn das Volumen 0,5 bis 2 ml beträgt (Samper u. Plough, 2010). Für die tiefe intracornuale Besamung stehen zum einen die halb flexible Minitube-Pipette und zum anderen der flexiblere teleskopische Inseminationskatheter (Ghent device) zur Verfügung, wobei bessere Trächtigkeitsraten mit der Minitube-Pipette erzielt werden konnten (Govaere et al., 2014). Eine weitere Technik bei der Stutenbesamung stellt die Teilung einer Spermaportion dar, um sie zeitlich versetzt in 2 Besamungen bei der gleichen Stute verwenden zu können. Das Ziel dieser Technik ist die möglichst ovulationsnahe Besamung. Bei der zytologischen Untersuchung von Tupferproben 24 Stunden nach der Besamung konnte kein Unterschied gezeigt werden, unabhängig davon, ob die Spermaportion geteilt und die Stute somit zweimal oder nur einmal besamt wurde (Card, 2005).

## **2.6. Trächtigkeitsuntersuchungen**

### ***2.6.1. Zeitpunkt der ersten und weiterer Trächtigkeitsuntersuchungen***

Die Befundung der Frühgravidität kann mit Hilfe direkter und indirekter Methoden erfolgen. Die indirekten Laborverfahren (Gestagen-, Progesteron-, eCG-, Relaxinbestimmung etc.) sollen an dieser Stelle nicht weiter beleuchtet werden, da sie nicht Bestandteil des praktischen Teils der Dissertation waren. Die transrektale ultrasonographische Trächtigkeitsdiagnostik kann bereits ab dem 12.-14. d p. conc. erfolgsversprechend sein, wohingegen die rektomanuelle Untersuchung frühestens ab dem 18.-21. d p. conc. gut und sehr gut geeignet erst ab dem 29.-39. d p. conc. ist. Dabei ist der Durchmesser der Fruchtanlage abhängig vom Tag der frühen Gravidität, wobei als Tag 0 des Zyklus der rektale und sonographische Nachweis der Ovulation festgelegt ist (Bostedt et al., 2014). Nach Merkt et al. (1983) ist die ultrasonographische Untersuchung zur Detektion der Trächtigkeit vom 14. bis zum 60. Tag p. ov. sinnvoll. Ab dem 14. Tag ist ein kreisrundes, schwarzes Feld im Uterus (d = 10-15 mm) sichtbar, welches bis zum 20. Trächtigkeitstag auf einen Diameter von 20-25 mm wächst. Ab dem 25.-30. d p. ov. wird eine embryonale Struktur sichtbar und ab dem 35. Trächtigkeitstag kann die positive Herzaktion detektiert werden (Merkt et al., 1983). Ginther (1998) hingegen beschreibt, dass bereits am 21. Trächtigkeitstag der Amnionsack vollständig ausgebildet ist und dass sich die Allantois als erste embryonale Struktur bereits zu diesem Zeitpunkt sonographisch darstellt. Die erste Herzaktion wird dann im Mittel ab dem 40. und die ersten spontanen Bewegungen ab dem 46. Trächtigkeitstag ersichtlich (Ginther, 1998). In einer Studie von 2021 publiziert Ginther, dass der kugelförmige Pferdeembryo bereits am neunten oder zehnten Trächtigkeitstag mit herkömmlichen Ultraschallgeräten transrektal darstellbar ist. Da die Wahrscheinlichkeit von Frühresorptionen bei 4-12 % liegt, werden nach der Untersuchung in der 3. Trächtigkeitswoche zwei Folgeuntersuchungen in der 6. Woche und im 4.-7. Trächtigkeitsmonat empfohlen. Eine positive Trächtigkeitsuntersuchung im 4.-7. Trächtigkeitsmonat gilt als nachhaltig gesichert und anschließende Verluste sind dann in der Regel auf Infektionen, Traumen oder Intoxikationen zurückzuführen (Bostedt et al., 2014).

### **2.6.2. Zwillingsträchtigkeiten, ihre Häufigkeit (auch in Abhängigkeit der Zahl ovulierter Follikel) und Zwillingsmanagement**

Theoretisch können Zwillinge aus Eizellen von unterschiedlichen Follikeln, von einem einzigen Follikel oder durch Teilung einer einzelnen befruchteten Eizelle hervorgehen. Die Zwillingsgravidität der Stute basiert in 93 % der Fälle auf Doppelovulationen (Ginther, 1992). Neben dem natürlichen Auftreten der Doppelovulationen / Zwillingsgraviditäten gibt es einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der pharmakologischen Beeinflussung der Rosse und / oder der Ovulation und dem gehäuften Auftreten von Zwillingsträchtigkeiten. In einer Studie von Veronesi et al. (2003) betrug die Rate der Zwillingsträchtigkeiten bei Vollblutstuten, welche hormonellen Behandlungen unterzogen wurden, 16,6 % und bei den Kontrollstuten nur 6,5 %. Stuten die sowohl mit  $\text{PGF}_{2\alpha}$  als auch mit hCG behandelt wurden, zeigten dabei eine statistisch signifikant höhere Inzidenz als Stuten die nur mit hCG behandelt wurden (Veronesi et al., 2003). Wenn sich die Zwillinge im gleichen Uterushorn einnisten, ist die Wahrscheinlichkeit der natürlichen Fruchtresorption sehr hoch (85 %), wohingegen eine bilaterale Einnistung eine natürliche Reduktion der Embryonen fast ausschließt (Ginther, 2021). Liegt der Verdacht einer Zwillingsträchtigkeit beispielsweise nach einer Doppelovulation vor, so sollte die transrektale ultrasonographische Untersuchung bereits 14 bis 15 Tage nach der Ovulation erfolgen. Durch die transrektale mechanische Manipulation mit Daumen und Zeigefinger oder alternativ mit dem Ultraschallkopf wird eine Fruchtanlage zerstört. Um die Manipulation zu erleichtern, kann die Stute dafür mit Detomidin sediert werden und im Anschluss an die Manipulation erhält sie drei Tage lang ein nichtsteroidales Antiphlogistikum. Ab dem 35. Trächtigkeitstag und damit nach der Arretierung der Fruchtanlagen kann die alleinige Manipulation unter Umständen nicht mehr zum Erfolg führen. Alternativ kann die Stute dann mit  $\text{PGF}_{2\alpha}$  behandelt werden, um somit eine neue Rosse zu induzieren. Zwei weitere Möglichkeiten stellen die transvaginale ultraschallgestützte invasive Zerstörung der Fruchtanlage oder die transkutane ultraschallgestützte invasive Abtötung eines Fetus dar (Hoffmann et al., 2009).

### **2.6.3. Embryonale Mortalität und Erhaltung der Trächtigkeit**

Im Gegensatz zu den meisten Haussäugetieren, bei denen der Embryo zwischen dem 16. und 18. Tag p. ov. physischen Kontakt zum maternalen Endometrium aufnimmt, geschieht dies beim Pferd bis zum 35. Tag (Meinecke, 2004). Die embryonale Mortalität wird durch eine Reihe von inneren und äußeren Faktoren beeinflusst, zum Beispiel durch den Besamungszeitpunkt in Bezug auf die Ovulation. So ist die embryonale Verlustrate bei Stuten, die zwischen 24 und 32 Stunden nach der Ovulation besamt wurden, am höchsten (Newcombe u. Cuervo-Arango, 2011). Auch die Nähe zu Wallachen und Hengsten beeinflusst die embryonale Mortalität. So konnte in einer Untersuchung mit 77 Stuten gezeigt werden, dass die embryonale Frühsterblichkeit (54 %) signifikant steigt, sowohl wenn die Stute mit Frischsamen besamt wurde als auch zum Natursprung in einen anderen Stall verbracht wurde und anschließend in ihrem Heimatstall in die Nähe von Hengsten oder Wallachen gestellt wurde. Wenn sie anschließend in eine Herde mit ihr bekannten Wallachen verbracht wurde, lag die Abortrate bei nur 12 % (Bartos et al., 2015). Diese Studie konnte zudem zeigen, dass die embryonale Mortalität proportional zur Anzahl der Fohlen, die die Stute geboren hat, sinkt (Bartos et al., 2015). Der Embryo der Stute sondert Sekrete ab, welche die Blockierung der uterinen PGF<sub>2α</sub>-Synthese bedingen und somit zum Erhalt des Corpus luteums beitragen (Meinecke, 2004).

Es wird zwischen drei Hauptphasen differenziert, in denen der frühembryonale Tod eintreten kann. In der ersten Phase während der oviduktalen Retention (0 – 6 Tage p. ov.), während der frühuterinen Phase (6 – 16 Tage p.ov.) und in der späteren uterinen Phase (15 – 35 Tage). Der Trächtigkeitsverlust nach dem 35. Tag stellt die Ausnahme dar und kann ein Hinweis auf eine Zwillingsträchtigkeit, eine Infektion (*Equines Herpesvirus 1*, *Equines Arteritis Virus*) oder maternale Krankheit oder Stress sein (Rambags et al., 2003). Bei Stuten mit rezidivierenden Aborten wird zur Erhaltung der Trächtigkeit häufig Altrenogest (Regumate®Equine, MSD-Tiergesundheit) zur oralen Anwendung eingesetzt, um dieses embryonale Signal medikamentell zu unterstützen. Eine Studie von Willmann et al. (2011) zeigte erstmalig, dass die Gabe von Altrenogest vom 6. bis zum 100. Tag p. ov. bei Stuten über 8 Jahren einen positiven Einfluss auf die Entwicklung des Embryos hat (Willmann et al., 2011).

## **2.7. Trächtigkeitsraten bzw. Fruchtbarkeit in Abhängigkeit von:**

### **2.7.1. Zuchtkondition der Stute**

Die Zuchtkondition der Stute lässt sich durch die Beurteilung des BCS (body condition score; 0 - 5) und die ultrasonographische Messung der Rückenfettdicke quantifizieren. Diese beiden Parameter wurden bei 29 Maidenstuten zwischen 3 und 8 Jahren genutzt, um den Einfluss der Zuchtkondition auf den Beginn des Östrus zu untersuchen. Dazu wurden alle Stuten am 15. Januar das erste Mal untersucht. Bei den Stuten in schlechter Zuchtkondition ( $BCS \leq 2,5$ ; Rückenfettdicke  $\leq 10$  mm) wurde eine deutlich längere Zeitspanne (über 90 Tage) von der ersten Untersuchung bis zur ersten Ovulation der Saison ermittelt. Im Vergleich dazu vergingen bei Stuten mit einem BCS von 3,3 nur 29 Tage bis zur ersten Ovulation. Bei adipösen Stuten zeigte sich eine Tendenz zu ausbleibenden Ovulationen, diese war jedoch nicht statistisch signifikant (Vecchi et al., 2010).

### **2.7.2. Rasse der Stute (Warmblut, Pony oder Ähnliches)**

Die Trächtigkeitsrate wird auch durch die Pferderasse beeinflusst. So konnten in einer Studie mit 20 Konik polski Stuten (polnische Kleinpferde Rasse) und 37 Vollblutstuten deutlich höhere Trächtigkeitsraten bei den Koniks (88,5 %) als bei den Vollblütern (46 %) ermittelt werden (Gorecka et al., 2005). In Finnland waren die mittleren Abfohlraten bei Trabern (72,6 %) deutlich höher als bei Finnpferden (66,3 %) (Sairanen et al., 2009). Eine Erklärung für die Abhängigkeit der Trächtigkeitsrate von der Rasse könnte die unterschiedliche Konzentration des luteoprotektiven eCG's (equines Chorion Gonadotropin) darstellen. Eine Studie von Flores-Flores et al. (2014) zeigte, dass die eCG-Konzentration von Stuten, die von einem Hengst tragend waren, um ein zehnfaches höher waren als bei Stuten, die von einem Esel tragend waren. Des Weiteren differieren der Inzuchtkoeffizient und auch die Heritabilität der Abfohlrate zwischen den einzelnen Rassen (Sairanen et al., 2009). Das Inzuchtlevel korreliert wiederum negativ mit der Abfohlrate. Auch auf der Seite der Zuchthengste kommen Rasseunterschiede in der Fruchtbarkeit zum Tragen. So differieren die meisten Sameneigenschaften erheblich zwischen den einzelnen Pferderassen (Dowsett u. Knott, 1996).

### **2.7.3. Alter der Stute**

Zahlreiche Studien belegen eine negative Korrelation des Alters der Zuchtstuten mit den Trächtigkeitsraten (Ewert et al., 2010; Katila et al., 2003; Sairanen et al., 2009). Die frühembryonale Todesrate steigt mit zunehmendem Alter der Stute. Dabei korreliert das Alter der Stute negativ mit dem Durchmesser der Fruchtblase am 20 Trächtigkeitstag sowie mit der Größe des Embryos zwischen dem 30. und 45. Tag p. ov. (Willmann et al., 2011). Die höchste Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Konzeption zeigen Stuten zwischen 3 und 12 Jahren; ab dem 19. Lebensjahr sinkt die Fruchtbarkeit signifikant (Blanchard et al., 2010). Das Alter der Stute beeinflusst jedoch nicht die Trächtigkeitsraten bei OPU-ICSI-ET. Zwar sank die Anzahl der aspirierten Follikel und gewonnenen Eizellen pro Stute, jedoch blieben der Prozentsatz der Blastozysten pro injizierter Oozyte sowie die Trächtigkeitsrate und die Abortrate unbeeinflusst (Cuervo-Arango et al., 2019). Neben dem Alter der Stuten ist auch das Alter der Zuchthengste von Relevanz. Die Samenqualität ist am schlechtesten bei Hengsten unter drei und über 11 Jahren (Dowsett u. Knott, 1996).

### **2.7.4. Zuchtsaison der Stute**

Die Anzahl der Zuchtsaisonen der Stute wirkt sich positiv auf den Zuchterfolg aus, da die embryonale Mortalität proportional zur Anzahl der Fohlen, die die Stute geboren hat, sinkt (Bartos et al., 2015). Dabei nimmt die Fruchtbarkeit mit dem Alter der Stuten unabhängig von der Anzahl der Trächtigkeiten einer Stute ab (Köhne et al., 2021).

### **2.7.5. Letzte Abfohlung**

Stuten mit Fohlen bei Fuß und Maidenstuten zeigen signifikant höhere Trächtigkeitsraten als güste Stuten. Die Trächtigkeitsraten am 28. Tag p. ov. lagen bei jeweils 62, 69 und 44 % (Riddle et al., 2007). In einer Studie von Blanchard et al. (2010) wird hingegen deutlich, dass die Wahrscheinlichkeit einer Stute, mit Fohlen bei Fuß trächtig zu werden, statistisch signifikant über der einer Maidenstute liegt. Die schlechteren TR bei alten Maidenstuten liegen in der eingeschränkten uterinen Selbstreinigung begründet, bedingt durch die häufig auftretende Störung der Zervixfunktion (Köhne et al., 2021).

### **2.7.6 Anzahl der Besamungsrößen**

Die meisten Stuten werden innerhalb von ein bis zwei Monaten tragend (92 %) und lediglich 8 % der Stuten benötigen drei oder mehr Monate. Dabei ist die Trächtigkeitswahrscheinlichkeit je Saison (60,9 – 65,9 %) unabhängig davon, ob die Stute ein, zwei, drei oder vier Monate bis zur erfolgreichen Konzeption benötigte (Blanchard et al., 2010). Konträr dazu berichteten Lebedeva et al. (2021), dass beim Natursprung die niedrigsten TR (44,7 %) und die höchste Abortrate (12,6 %) im ersten Zyklus nach der Abfohlung beobachtet werden konnten. In den darauffolgenden Zyklen stieg die TR stetig bis zu 80-90 % in der vierten Rosse an mit einer embryonalen Fröhtrdote von 0 % (Lebedeva et al., 2021).

### **2.7.7. Monat**

Der Monat, in dem die Stute rosst, korreliert mit der Trächtigkeitsrate. So gibt es einen leichten Trend dahingehend, dass die Trächtigkeitsraten im Februar (66,3 %), März (67,2 %) und April (66,1 %) höher sind als im Mai (62,9 %), Juni (62,8 %) und Juli (60,00 %) (Blanchard et al., 2010). Auch auf die neueren reproduktionsmedizinischen Verfahren wie die In-vitro- Embryo-Produktion (OPU-ICSI-ET) hat der Monat einen positiven Einfluss. So steigt die Anzahl der gewonnenen Blastozysten im Laufe des Kalenderjahres an (Cuervo-Arango et al., 2019).

### **2.7.8. Besamung in der Fohlenrosse**

Stuten, die in der Fohlenrosse (unter 18 Tagen post partum) bedeckt wurden, zeigten eine statistisch signifikant geringere Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Konzeption (Blanchard et al., 2010). In einer Studie von Ishii et al. (2021) lag die mittlere Trächtigkeitsrate in der Fohlenrosse über einen Zeitraum von vier Jahren bei 60,2 %, wobei eine signifikante negative Korrelation zwischen der TR und der Zeitspanne von der Austreibung des Fohlens bis zum Abgang der Nachgeburt ermittelt werden konnte. Je früher die Stuten innerhalb der Fohlenrosse besamt werden / ovulieren, umso geringer ist die Trächtigkeitsrate. Diese lag bei Stuten, welche sechs oder sieben Tage nach der Geburt besamt wurden, bei 16,7 % und bei den Stuten, die ab dem achten Tag p.p. besamt wurden, bei 61,2 % ( $p=0,05$ ). Die Dauer der Fohlenrosse, von der Geburt bis zur Ovulation, verkürzt sich dabei graduell im Laufe der Zucht-saison (Ishii et al., 2021). Die Samenart scheint in der Fohlenrosse jedoch keinen Einfluss auf die Trächtigkeitsrate zu haben. Diese lag im Natursprung bei 44,7 % und bei der Verwendung von TG-Samen bei 43-52 % (Lebedeva et al., 2021).

### **2.7.9. Hengst**

Die meisten Schwankungen in der Fruchtbarkeit gehen von Faktoren, die die Stute betreffen, aus. Nur etwa 1/3 der Variation ist durch den Hengst erklärbar. Die durchschnittlichen Trächtigkeitsraten liegen bei 65 %, wobei die einzelnen Hengste zwischen 50 und 75 % variieren (Blanchard et al., 2010). Neben der Variabilität der Hengste per se spielt auch die Anzahl der Bedeckungen / Absamungen pro Tag eine wesentliche Rolle. Die Trächtigkeitsrate liegt bei der ersten Bedeckung pro Tag noch bei 66,1 % und bei der fünften nur noch bei lediglich 36,4 % (Blanchard et al., 2010).

### **2.7.10. Samenart**

Die tiefe intrauterine Besamungstechnik stellt bei der Verwendung von TG-Samen eine gute Möglichkeit dar, um die Trächtigkeitsraten trotz geringerer Inseminationsdosen zu verbessern (Govaere et al., 2014). Dies konnte auch in einer Studie von Morris et al. (2003) bestätigt werden. Unter Verwendung von TG-Samen waren die Trächtigkeitsraten unter Verwendung von  $14 \times 10^6$  motilen Spermien sowohl bei der konventionellen Besamung in den Uteruskörper (67 %) als auch bei der hysteroskopischen, tiefen intrauterinen Besamung (64 %) gleich hoch. Dieses Gleichgewicht verschob sich jedoch bei der Reduzierung der motilen Spermien auf  $3 \times 10^6$  Spermien. Dabei lag die Trächtigkeitsrate bei Applikation des Samens in den Uteruskörper bei nur noch 15 %, wohingegen mit der hysteroskopischen Besamung unmittelbar vor den Eileiter Trächtigkeitsraten von 47 % erreicht werden konnten (Morris et al., 2003). Cuervo-Arango et al. (2019) ermittelten deutliche Unterschiede der Trächtigkeitsraten bei der künstlichen Besamung unter Verwendung von gekühltem Samen (49,6 %) im Gegensatz zum TG-Samen (39,2 %).

### **2.7.11. Diagnostik und Behandlungen**

Die Trächtigkeitsrate wird maßgebend durch den Befund der Uterustupfer beeinflusst. Die Auswertung von 2123 mikrobiologischen und zytologischen Proben in Hinblick auf die resultierenden Trächtigkeitsraten ergab folgende Resultate: 72 % der Tupfer waren zytologisch und bakteriologisch negativ. Diese Stuten erzielten eine Trächtigkeitsrate von 60 %. Stuten mit zytologischen Hinweisen auf eine Entzündung sowie mikrobiologischen Isolaten zeigten reduzierte Trächtigkeitsraten, wobei die geringsten Trächtigkeitsraten mit 21 % bei den Stuten mit schwerwiegenden Entzündungen (> 5 Neutrophile pro Feld) der Uterusschleimhaut festgestellt wurden. Die Isolation von Mikroorganismen bei Stuten mit Entzündungen des Endometriums waren nicht mit einer weiteren Abnahme der Trächtigkeitsrate assoziiert (Riddle et al., 2007). Keine Stute, bei der Hefen im Uterustupfer nachgewiesen wurde, war am 28. Tag des Zyklus tragend (Riddle et al., 2007).

### **2.7.12. Besamungszeitpunkt, Cervix-, Uterus- und Ovarbefunde**

Die Trächtigkeitsraten der Stuten, die 36-24 h vor der Ovulation besamt wurden (29,4 %), waren signifikant niedriger im Vergleich zu den Stuten, die 24-0 h vor der Ovulation (60 %), 0-8 h nach der Ovulation (66,7%) und 8-16 h nach der Ovulation (70,1 %) besamt wurden (Newcombe u. Cuervo-Arango, 2011).

### **2.7.13. Anzahl der Besamungen**

Eine Studie von Sieme et al. (2003) konnte zeigen, dass Stuten die einmalig mit gekühltem Frischsamen innerhalb eines Östrus besamt wurden, die gleichen Trächtigkeitsraten zeigten, wie Stuten, die zwei oder drei Mal im Abstand von 24 Stunden besamt wurden, sofern die Besamung 24 Stunden vor oder 12 Stunden nach der Ovulation erfolgte (Sieme et al., 2003). Simultan dazu wurden gleiche Trächtigkeitsraten sowohl bei einmaliger Besamung mit TG-Samen entweder 12 Stunden vor oder 12 Stunden nach der Ovulation als auch bei Stuten, die entweder zwei oder drei Mal innerhalb von 24 Stunden besamt wurden, ermittelt (Sieme et al., 2003). Auch Blanchard et al. (2010) beschreiben, dass die Trächtigkeitsrate unabhängig davon ist, ob die Stuten zweimal (63,3 %) oder einmal (65,4 %) während eines Östrus bedeckt wurden. Die Anzahl der Besamungen bei der Verwendung von TG-Samen hat keinen signifikanten Einfluss auf die Trächtigkeitsrate. Diese lag bei der einmaligen postovulatorischen Besamung bei 36,0 % und der zweimaligen prä- und postovulatorischen Besamung bei 41,09 % (Cuervo-Arango et al., 2019).

## 2.8. Behandlungskosten

Die Berechnung der Behandlungskosten basiert auf Grundlage der im Auswertungszeitraum gültigen Gebührenordnung für Tierärzte (GOT). Diese ist am 28 Juli 1999 in Kraft getreten und am 22.11.2022 wurde die letzte Novelle dieser Verordnung verbindlich (Bundestierärztekammer, 2022).

In der Gebührenordnung werden die tierärztlichen Leistungen im 1- bis 3-fachen Satz angegeben und können je nach Schwierigkeit der Leistungen, Zeitaufwand, Wert des Tieres und der örtlichen Verhältnisse entsprechend angepasst werden. Wobei der einfache Satz aus Sicht der Bundestierärztekammer nicht mehr als effizient für eine ökonomisch arbeitende Praxis angesehen wird. In den folgenden Tabellen sind die einzelnen Posten, die für die Stutengynäkologie von Bedeutung sind aufgelistet. Die Angaben in der Tabelle 2a beziehen sich auf die Gebührenordnung vor der letzten Novelle und damit auf die Kostenrechnung des für diese Dissertation relevanten Zeitraums (2013-2016). In der Tabelle 2b sind der Vollständigkeit halber vergleichbare Positionen mit den dazugehörigen Gebühren entsprechend der Novellierung der GOT vom 22.11.2022 aufgezeigt.

*Tab. 2a: Auszüge aus der Gebührenordnung für Tierärzte mit Relevanz für die Stutengynäkologie*

<b>Tierärztliche Leistung</b>	<b>1-facher Satz der Gebührenordnung in €</b>
Allgemeine Untersuchung mit Beratung - Pferd	19,24
Injektion subkutan / intramuskulär Pferd	5,77
Injektion intravenös Pferd	7,71
Tupferprobenentnahme gynäkologisch	12,84
Gynäkologische Untersuchung Pferd - rektal	22,46
Gynäkologische Untersuchung Pferd - vaginal	9,62
Follikelkontrolle Pferd - manuell	12,84
Follikelkontrolle Pferd - Ultraschall	38,48
Uterusinstillation Pferd	16,03
Scheiden- / Uteruspülung Pferd	48,10
Instrumentelle Samenübertragung Pferd	38,48
Scheidenplastik Pferd nach Götze	256,55
Scheidenplastik Pferd nach Caslick	160,34
Trächtigkeitsuntersuchung Pferd - manuell	22,46
Trächtigkeitsuntersuchung Pferd - Ultraschall	38,48

*Tab. 2b: Auszug aus der Gebührenordnung für Tierärzte mit Relevanz für die Stutengynäkologie nach der GOT Novelle vom 22.11.2022*

<b>Tierärztliche Leistung</b>	<b>1-facher Satz der Gebührenordnung in €</b>
Allgemeine Untersuchung mit Beratung, Pferd	30,78
Injektion subkutan, intramuskulär, Pferd	11,50
Injektion intravenös	17,25
Eingehende Untersuchung des äußeren Genitals	16,50
Probenentnahme (Scheide, Zervix, Uterus)	18,26
Scheidenuntersuchung, manuell, Stute	21,33
Follikelkontrolle, Stute	20,54
Scheiden- / Gebärmuttersspülung Stute	57,24
Instrumentelle Samenübertragung bei Einzeltieren, Stute	30,78
Scheidenplastik, Stute	209,42
Rektale Untersuchung Stute	22,77
Trächtigkeitsuntersuchung per Ultraschall Stute	29,09

---

### 3. Material und Methoden

#### 3.1 Gynäkologische Untersuchung

##### *Anamnese, Beurteilung äußerer Anzeichen der Rosse*

Mit der Erhebung des Signalements und der Anamnese der jeweiligen Stute startete jede neue Zuchtsaison. Anschließend begann die Untersuchung der Stuten mit der Beobachtung der äußeren Rosse, im besten Fall durch das „Abprobieren“ mit einem Hengst, wobei die Stute im Östrus ein Seitwärtsstellen des Schweifes, Blitzen der Klitoris und die vaginale Absonderung von Schleim und Harn zeigt. Einige Stuten zeigten diese Zeichen der äußeren Rosse auch ohne Anwesenheit eines Probierhengstes und andere hingegen zeigten keine Anzeichen der äußeren Rosse obwohl sie sich im Östrus befanden.

##### *Manuelle vaginale Untersuchung der Stute*

An die Beobachtung der äußeren Rosse schloss sich die äußere Beurteilung der Genitalien, insbesondere der Schluss der Vulva an. Nach der Reinigung der Vulva wurde der Cervixschluss palpatorisch beurteilt.

##### *Transrektale Untersuchung der Stute per Ultraschall*

Im Anschluss wurden die rektale Palpation der Ovarien und des Uterus sowie die rektale Sonographie durchgeführt. Im Gegensatz zur rektalen Palpation bei der subjektiv die Lage und Konsistenz des Uterus, der Ovarien und der Funktionskörper beurteilt werden konnten, wurden diese Befunde durch die sonographische Bestimmung der Dimensionen objektiviert.

##### *Weitere Diagnostik, Behandlungen, Besamung*

Im Falle einer Besamung, einer Tupferprobenentnahme oder einer Uterusbiopsie erfolgten diese immer vor der rektalen Untersuchung, um die Keimbelastung der äußeren Genitalien so gering wie möglich zu halten und eine mögliche intrauterine Verschleppung fäkaler Bakterien zu verhindern. Alle Befunde wurden in der Stutenkartei nach dem unter 3.2 aufgeführten Schema notiert.

### 3.2 Datenerhebung in der Stutenkartei

Als Grundlagen für der statistische Auswertung der Reproduktionsdaten über den Verlauf von vier Jahren (2013-2016) dienten Stutenkarteien nach Abb. 1.

**Besitzer:** ..... **Stall:**.....  
 .....  
 ..... **Hengst:**.....  
 Telefon: .....

**Stute:** ..... **Signalement:** .....

Status:  Fohlen bei Fuß;  erste Saison;  güst seit .....  Abort am .....

Kondition:  Zuchtcondition;  gut genährt ;  adipös ;  geschoren  aus dem Sport

Äussere Rosse:  deutlich  indifferent  schlägt ab\_\_

Scheidenschluss:  vollständig;  gestört  Scheidenplastik am .....

Uterus:  Tupferprobe am .....  Biopsie am.....

Datum	Vaginaler Befund	Uterus	Ovarien	Behandlung

Abb. 1: Stutenkartei

### *Strukturierung der Stutenkartei (Abb. 1)*

Diese beinhaltet einen Kopfbogen mit spezifischen Angaben zu der jeweiligen Stute: Angaben über den Besitzer, von welchem Hengst die Stute besamt wurde, den Namen der Stute sowie ihr Signalement, den Status (Fohlen bei Fuß, Maidenstute, güst, Abort am), der Zuchtkondition, Vorhandensein äußerer Rossezeichen, den Scheidenschluss und ob eine Tupferprobe oder eine Biopsie der Uterusschleimhaut entnommen wurden.

An diesen individuellen Kopfbogen schloss sich bei jeder Stute eine Tabelle an, in die nach jeder gynäkologischen Untersuchung das Datum, der vaginale Befund, der Ödematisierungsgrad der Uterusschleimhaut, der ovarielle Befund der transrektalen Sonographie sowie daraus resultierend die jeweilige Behandlung eingetragen wurde.

Die gynäkologische Untersuchung sowie die Behandlungen erfolgten mit Ausnahme der TG-Stuten immer morgens, da die Spermabestellungen für den Folgetag bis spätestens 10 Uhr bei den einzelnen Hengststationen eingehen mussten. Die letzte Abfohlung wurde folgendermaßen in der Tabelle notiert: M = Maidenstute, 0 = Fohlen bei Fuß, 1 = vor einem Jahr das letzte Mal gefohlt, 2 = vor 2 Jahren das letzte Mal gefohlt etc.

### *Manuelle vaginale Untersuchung der Stute – Öffnungsgrad der Cervix*

Bei der manuellen vaginalen Untersuchung wurde der Öffnungsgrad der Cervix ermittelt und entsprechend Handler (2009a) mit C0 bis CIV deklariert. Dabei entspricht C0 der vollständig geschlossenen Cervix, CI passierbar für einen Strohhalm, CII passierbar für einen Bleistift, CIII passierbar für 1-2 Finger und CIV passierbar für 3-5 Finger. Der vaginale Befund innerhalb der Stutenkartei wurde nicht bei jeder Untersuchung dokumentiert, sondern lediglich dann, wenn sich der Befund änderte. Bei Stuten, die bereits in der Fohlenrosse besamt wurden, wurde auf eine vaginale Untersuchung sowie eine Tupferprobe des Endometriums verzichtet.

### *Rektale Untersuchung der Stute per Ultraschall (Uterus- und Ovarbefunde)*

Auch die Uterus- und Ovarbefunde wurden nicht bei jeder Untersuchung dokumentiert, sondern lediglich dann, wenn sich der Befund zu dem der letzten Untersuchung unterschied. Die in der Tabelle angegebene Follikelgröße entsprach bei Vorhandensein von 2 Follikeln immer der des größeren Follikels. Die dokumentierten Uterusbefunde umfassten zum einen das Rosseödem am Tag der letzten Besamung (entsprechend G0 bis GIV) und zum anderen, ob freie Flüssigkeit im Uteruslumen detektierbar war.

### *Weitere Diagnostik (Tupferprobe, Uterusbiopsie)*

In der Stutenkartei erfolgte die Angabe der Tupferprobenentnahme als ja / nein -Entscheidung. Es wurde demnach lediglich notiert, ob ein Tupfer entnommen wurde, ohne jedoch das Ergebnis der mikrobiologischen Analyse aufzuschlüsseln.

### *Rosseeinleitung*

Für die Induktion der Rosse wurde Cyclosynchron<sup>R</sup> (PGF<sub>2</sub> $\alpha$ , Firma CP-Pharma) genutzt. Dieses wurde in der Regel 7 Tage nach der Ovulation intramuskulär injiziert. Die erste gynäkologische Untersuchung erfolgte nach 3 Tagen. Fünf Tage nach der PGF-Injektion war in der Regel eine gute Rosse zu verzeichnen und je nach Ovarbefund wurde dann in den Folgetagen die Besamung durchgeführt. Bei bewusstem Auslassen der Fohlenrosse durch den Stutenbesitzer oder bei verpasster Fohlenrosse erfolgte die PGF-Injektion standardmäßig 20 Tage nach der Geburt.

### *Ovulationseinleitung*

Die Ovulationsinduktion erfolgte prinzipiell durch zwei unterschiedliche pharmakologische Beeinflussungen. Zum einen durch die s. c. Injektion des Ovuplant<sup>®</sup>-Implantates (Firma Dechra), wobei in diesem Fall von der Ovulation 36-48 Stunden nach der Injektion, bei einer Größe des präovulatorischen Follikels von 30-35 mm, ausgegangen wird und zum anderen durch die intravenöse Gabe von 2500 I.E. Ovogest<sup>®</sup> (hCG, Firma MSD-Tiergesundheit). Durch diese soll ebenfalls eine Ovulation im Zeitraum von 36-48 h (unter Umständen auch bis zu 72 Stunden) nach der Injektion erreicht werden. Wenn die Ovulation früher als erwartet nach der hCG-Injektion erfolgte, kann davon ausgegangen werden, dass die Ovulation dem natürlichen Zyklusverlauf folgte und nicht durch hCG induziert war. Wenn der Untersucher der Annahme war, dass die erfolgte hCG-Gabe nicht zur Ovulation führt, so wurde die hCG-Injektion 24 h später wiederholt. In diesem Fall ist der angegebene Ovulationszeitpunkt eventuell verfälscht, da er gegebenenfalls durch die vorangegangene hCG-Injektion ausgelöst wurde.

### *Sterilitätsbehandlungen*

Das zweite Einsatzgebiet des PGF's neben der Rosseinduktion war zu Beginn der Rosse. Bei unzureichendem Öffnungsgrad der Cervix oder reduziertem Ödematisierungsgrad des Uterus wurde das Cyclosynchron® intramuskulär injiziert. Es konnte unter Umständen auch zum gleichzeitigen Einsatz von PGF und hCG kommen, wenn ein ausreichend großer präovulatorischer Follikel bei geschlossener Cervix befundet wurde.

Das dritte Einsatzgebiet war die Nutzung des PGF's in Form einer Sterilitätsbehandlung. Diese wurde angewendet, wenn der Embryo abgestorben war und ein Abort ausgelöst werden sollte. Bereits die darauf folgende Rosse (auch durch das PGF ausgelöst) wurde wieder für die Besamung genutzt. Demnach erscheint das PGF in den Stutenkarteien zum einen zur Rosseinduktion und zum anderen als Sterilitätsbehandlung.

Eine Ausnahme im normalen Rosseverlauf ist bei den Stuten dokumentiert, die für den Embryotransfer genutzt wurden. Nach dem Spülen der Embryonen wurde routinemäßig PGF injiziert, um die Uteruskontraktilität und somit die Absonderung von Restflüssigkeit zu ermöglichen. Bei erfolgreicher Spülung wurde die Trächtigkeitsuntersuchung der ET-Stute als positiv gewertet.

Die Spülung der Gebärmutter erfolgte im Zuchtjahr 2013 mit EucaComb® (Firma Plantavet) und von 2014-2016 mit steriler Natriumchlorid-Lösung. Im Zuchtjahr 2013 wurde Veracin® (Firma Dechra) zur Behandlung von Infektionen mit  $\beta$ -hämolisierenden Streptokokken eingesetzt und 2014-2016 Procain Penicillin G® (Firma Livisto).

### *Samenart*

Das Untersuchungsintervall richtete sich nach der verwendeten Samenart. Bei der Verwendung von Frischsamen wurden die Stuten alle 48 Stunden gynäkologisch untersucht, bei Versandsamen alle 24 Stunden und bei TG-Samen alle 6 Stunden. Als Frischsamen wird derjenige bezeichnet, welcher unmittelbar nach der Gewinnung versamt wird, wohingegen Versandsamen aufgrund der Versendung erst einen Tag nach der Gewinnung versamt wird.

### *Besamungszeitpunkt und Ovulationsfeststellung*

In den Fällen, in denen die Stuten erst nach einer festgestellten Ovulation besamt und untersucht wurden, wurde dieser Fall mit einem entsprechenden (-) vor dem jeweiligen Zeitintervall in der Stutentabelle unter Behandlungen dokumentiert. Je größer das Untersuchungsintervall ist, umso größer wird der Wert hinter dem Minus. Bei der Untersuchung im Intervall von 2 Tagen wird die Ovulation somit als -48 h dokumentiert. Der Ovulationszeitpunkt musste für die Auswertung in gewisser Weise eingeschätzt werden, wenn er in der Tabelle nicht als „frisch ovuliert“ oder „ovuliert vor 1 bzw. 2 Tagen“ beschrieben wurde. Wenn der Follikel beispielsweise am 29.04 noch stand und am 30.04 nicht mehr da war, so ist es wahrscheinlicher, dass die Ovulation am 29.04 erfolgte, da die Untersuchungen immer morgens durchgeführt wurden. Bei der TG-Besamung wurde immer im Anschluss an die Ovulation besamt, was dazu führt, dass der Ovulationszeitpunkt in diesem Fall stets mit einem (-) gekennzeichnet ist.

### *Trächtigkeitsuntersuchungen*

Bei erfolgter Trächtigkeitsuntersuchung wurde diese durch ein eindeutiges „positiv“ oder „negativ“ in der letzten Tabellenspalte dokumentiert. Wenn keine Trächtigkeitsuntersuchung erfolgte, die Stute aber im darauffolgenden Jahr ein Fohlen bei Fuß hatte, so wurde die Trächtigkeit des Vorjahres mit „(positiv)“ markiert. Die Erfassung der Zwillingsträchtigkeiten erfolgte in der Tabelle nach einem klaren ja / nein Prinzip.

### 3.3 Statistische Auswertung

Die Daten der Studie wurden mit dem Programm MS Excel (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) erfasst und für die statistische Auswertung mit dem Programm JMP 15.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) vorbereitet. Zur Beschreibung der Wirkung der in die Auswertung einbezogenen Einflussfaktoren auf die Trächtigkeitsrate wurden im Ergebnisteil in den Abschnitten 4.1.1 bis 4.1.16 Kreuztabellen erstellt. Als nominale Spaltenvariable wurde die Trächtigkeitsrate in den zwei Abstufungen tragend und nicht tragend aufgenommen. Die nominale Zeilenvariable bildete der auszuwertende Einflussfaktor in einer unterschiedlichen Anzahl von Abstufungen von mindestens zwei (Vierfeldertafel) bis maximal 25 (Alter). Zusätzlich wurde als Spalte die Gesamtzahl der Fälle (auswertbare Stutenbesamungen) angegeben. Darauf bezogen wurden in den Feldern die Trächtigkeitsraten ja bzw. nein in % ausgewiesen, woraus immer eine Zeilensumme von 100% folgt. Eine Ausnahme bildet Tabelle 3 (Einfluss der Rasse), in der anstatt der relativen %-Angaben die absoluten Fallzahlen aufgelistet sind. Zur statistischen Prüfung des Zusammenhanges bzw. der Abhängigkeit/Unabhängigkeit der Trächtigkeitsrate vom Einflussfaktor diente der Chi-Quadrat-Test. Voraussetzung für die Gültigkeit dieses Tests ist, dass <20% der Felder eine Fallzahl < 5 aufweisen. Um das zu erfüllen, mussten Abstufungen des Einflussfaktors mit geringer Fallzahl zeilenweise von der Auswertung mit dem Chi-Quadrat-Test ausgeschlossen werden. Diese Zeilen sind in den Kreuztabellen durch Kursivschrift markiert. Der statistische Mittelwertvergleich der Tierarztkosten für eine Trächtigkeit mit denen einer Nichtträchtigkeit (Abschnitt 4.2) erfolgte mit dem nichtparametrischen U-Test nach Mann und Whitney. Das Signifikanzlevel wurde mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) < 0,05 festgelegt.



---

## 4. Ergebnisse

Im Rahmen der Datenerhebung, wurden insgesamt 954 Trächtigkeitsuntersuchungen bei Stuten ausgewertet, von denen 47,8 % (456 Stuten) tragend und 52,2 % (498 Stuten) nicht tragend waren. Von den 954 Trächtigkeitsuntersuchungen wurden 19 Zwillingsträchtigkeiten (2,0 %) festgestellt.

Im weiteren Verlauf folgen die Ergebnisse der einzelnen Parameter, die auf ihren Einfluss in Bezug auf die Trächtigkeitsrate statistisch analysiert wurden.

### 4.1 Einflussfaktoren auf die Trächtigkeitsrate

#### 4.1.1 Rasse

In die vorliegende retrospektive Studie wurden 19 unterschiedliche Pferderassen einbezogen (Tab. 3), von denen elf Rassen mit mindestens fünf Stuten vertreten waren. Die insgesamt am häufigsten vertretenen Pferderassen waren die Rheinländer (424 Stuten), gefolgt von den Westfalen (232 Stuten) und den Hannoveranern (146 Stuten). Die höchsten Trächtigkeitsraten waren bei den Warmblütern (55,6 %) und den Westfalen (52,6 %) zu verzeichnen. Die niedrigsten Trächtigkeitsraten bei den Rheinland-Pfalz-Saarländern (14,3 %), den Holsteinern (38,9 %) sowie dem Deutschen Reitpony und dem Bayrischen Warmblut (je 40 %). Allerdings erwies sich der Einfluss der Rasse auf die Trächtigkeitsrate als nicht statistisch signifikant ( $p > 0,05$ ).

Tab. 3: Trächtigkeitsraten in Abhängigkeit von der Pferderasse ( $p > 0,05$ )

<b>Rasse</b>	<b>TU negativ (n)</b>	<b>TU positiv (n)</b>	<b>Stutenzahl gesamt (n)</b>
Bayrisches Warmblut	3	2	5
Bayrisches Warmblutpferd	1	1	2
Deutsches Reitpony	9	6	15
Deutsches Sportpferd	2	2	4
Hannoveraner	80	66	146
Holsteiner	11	7	18
Mecklenburger	1	1	2
Oldenburger	34	24	58
Polnisches Warmblut	0	1	1
Rheinländer	223	201	424
Rheinland-Pfalz-Saarländer	6	1	7
Traber	0	1	1
Trakehner	3	5	8
Vollblüter	1	1	2
Warmblut	4	5	9
Welsh B	0	1	1
Westfale	110	122	232
Zweibrücker Reitpferd	1	0	1
Zweibrücker	3	3	6
<b>Gesamt</b>	<b>493</b>	<b>451</b>	<b>944</b>

#### **4.1.2 Alter der Stute**

Die meisten Stuten wurden im Alter von 3 und 4 Jahren besamt ( $n = 84$ ;  $n = 63$ ). Im Alter von über 20 Jahren sank die Anzahl der Stuten, die noch für die Zucht genutzt wurden extrem ab. Einen allerdings statistisch nicht signifikanten Trend ( $p = 0,07$ ) auf die Trächtigkeitsrate ließ sich in Bezug auf das Alter der Stuten bei der Besamung erkennen (Tab. 4). Ein extremer Abfall der Trächtigkeitsrate begann ab dem 23. Lebensjahr. Die in der Tabelle kursiv geschriebenen zwei- und fünfundzwanzig jährigen Stuten konnten aufgrund der zu geringen Fallzahl von unter fünf Stuten nicht mit in die statistische Auswertung einbezogen werden. Die absolut höchste Trächtigkeitsrate mit 61,9 % wurde bei den 16-jährigen Stuten erzielt. Die absolut niedrigste, aber statistisch auswertbare Rate konnte bei den 23-jährigen Stuten mit 12,5 % gezeigt werden.

Tab. 4: Trächtigkeitserfolg in Abhängigkeit vom Alter der Stuten ( $p = 0,07$ )

<b>Alter der Stuten (Jahre)</b>	<b>Stutenanzahl (n)</b>	<b>Tragend (%)</b>	<b>Nicht tragend (%)</b>
Keine Angabe	28	39,3	60,7
2	3	33,3	66,7
3	84	52,3	47,6
4	63	47,6	52,4
5	59	50,9	49,2
6	66	40,9	59,1
7	50	52,0	48,0
8	62	50,0	50,0
9	50	52,0	48,0
10	56	53,6	46,4
11	42	59,5	40,5
12	47	46,8	53,2
13	54	46,3	53,7
14	52	51,9	48,1
15	47	44,7	55,3
16	21	61,9	38,1
17	29	44,8	55,2
18	26	30,8	69,2
19	36	38,9	61,1
20	31	45,2	54,8
21	24	45,8	54,2
22	7	57,1	42,9
23	8	12,5	87,5
24	6	16,7	83,3
25	3	33,3	66,7

#### **4.1.3 Zuchtsaison der Stute**

Neben dem Alter wurde auch die Anzahl der Zuchtsaisonen der Stuten analysiert ( $p > 0,05$ ). Bei 751 Stuten wurde in der Anamnese keine Angabe zur Zuchtsaison erhoben. Insgesamt 122 Stuten waren Maidenstuten und wiesen eine Trächtigkeitsrate von 53,3 % auf. In der zweiten Zuchtsaison befanden sich 54 Stuten mit einer Trächtigkeitsrate von 42,6 %, acht Stuten in der 3. Zuchtsaison (TR = 62,5 %), vier Stuten in der 4. Zuchtsaison (TR = 75,0 %), vier Stuten in der 5. Zuchtsaison (TR = 0 %), drei Stuten in der 6. Zuchtsaison (TR = 66,7 %) und acht Stuten in der 7. Zuchtsaison (TR = 50,0 %).

#### **4.1.4 Letzte Abfohlung**

Die Trächtigkeitsrate wurde auch durch den Abstand zur letzten Abfohlung nicht beeinflusst ( $p > 0,05$ ). Die höchste Trächtigkeitsrate zeigte sich bei Stuten mit Fohlen bei Fuß mit 174 tragenden von 343 Stuten (TR = 50,7 %). Ein ähnliches Verteilungsbild zeigte sich bei den Maidenstuten (73 von 148 Stuten tragend, TR = 49,3 %). Wenn die letzte Abfohlung ein Jahr zurück lag, erreichte die Trächtigkeitsrate 49,04 % (51 von 104 Stuten), bei zwei Jahren 50 % (6 von 12 Stuten), bei drei Jahren 50 % (2 von 4 Stuten) und bei 4 Jahren nur eine Stute die auch tragend wurde. Bei 11 Stuten lag die letzte Abfohlung sechs Jahre zurück (TR = 18,2 %) und fünf Stuten fohten das letzte Mal vor sieben Jahren (TR = 40,0 %).

#### 4.1.5 Anzahl an Besamungsrossen

Die Trächtigkeitsrate korrelierte negativ mit der Anzahl der untersuchten Rossen ( $p < 0,05$ ). Sie liegt bei einer untersuchten Rosse noch bei 84,9 % (252 von 297 Stuten) und sinkt dann auf 39,9 % (117 von 293 Stuten) bei zwei Rossen, 26,7 % bei drei Rossen (55 von 206 Stuten), 16,8 % (16 von 95 Stuten) bei vier Rossen, 26,0 % (13 von 50 Stuten) bei fünf Rossen und auf 25,0 % (3 von 12 Stuten) bei sechs Rossen (Abb. 2).

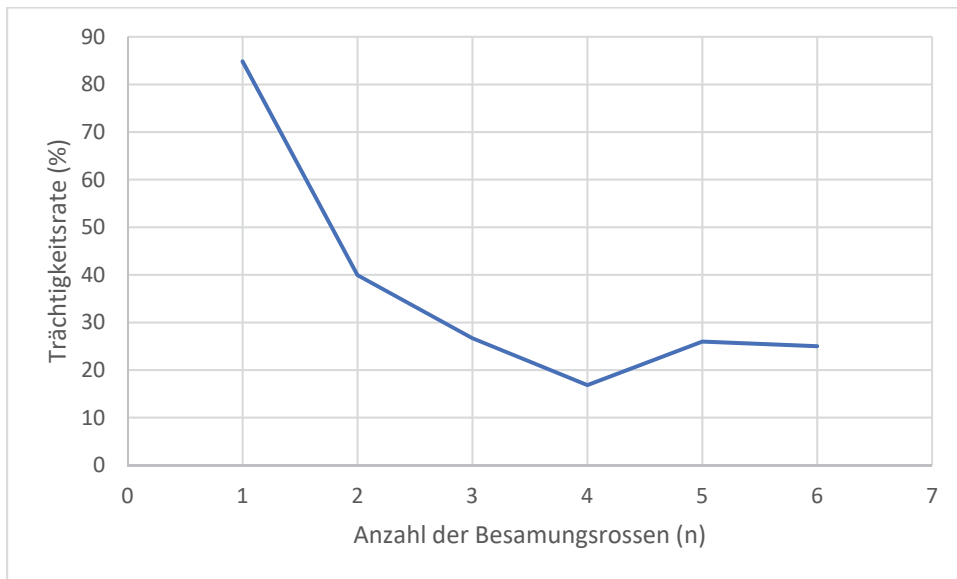


Abb. 2: Trächtigkeitsrate in Abhängigkeit von der Anzahl der Besamungsrossen ( $p < 0,05$ )

#### 4.1.6 Monat und Jahr

Die Trächtigkeitsrate wurde nicht durch den Besamungsmonat beeinflusst ( $p > 0,05$ ) (Tab. 5). Trächtigkeitsraten von über 50 % wurden im April (105 von 192 Stuten), Februar (6 von 10 Stuten) und Januar (1 von 1 Stute) erreicht.

In den vier untersuchten Jahren von 2013 bis 2016 wurden insgesamt 954 Trächtigkeitsuntersuchungen durchgeführt ( $p > 0,05$ ). Im Mittel waren 52,2 % der Trächtigkeitsuntersuchungen negativ und 47,8 % positiv. Wobei die schlechteste Trächtigkeitsrate 2015 mit 42,9 % zu verzeichnen war und die beste 2016 mit 52,9 %. Die meisten Trächtigkeitsuntersuchungen wurden 2015 gemacht (305) und die wenigsten 2013 (188).

Tab. 5: Trächtigkeitsraten in Abhängigkeit vom Monat ( $p > 0,05$ )

Monat	Anzahl der Stuten (n)	Tragend (%)	Nicht tragend (%)
Januar	1	100	0
Februar	10	60,00	40,00
März	71	36,62	63,38
April	192	54,69	45,31
Mai	240	45,42	54,58
Juni	279	49,46	50,54
Juli	133	45,86	54,14
August	21	38,10	61,90
September	5	20,00	80,00

#### **4.1.7 Besamung in der Fohlenrosse**

Des Weiteren wurden 47 Stuten in der Fohlenrosse besamt. Es gab jedoch keinen Einfluss der Besamung in der Fohlenrosse auf die Trächtigkeitsrate ( $p > 0,05$ ). Es waren mehr Stuten in der Fohlenrosse nicht tragend (57,5 %,  $n = 27$ ) als tragend (42,6 %,  $n = 20$ ). Die TR der Stuten, die nicht in der Fohlenrosse besamt wurden, lag bei 48,1 % (436 von 907 Stuten).

#### **4.1.8 Hengst**

Die Interpretation des Einflusses der Hengste auf die Trächtigkeitsrate wird dadurch erschwert, dass 20 % der Hengste für weniger als 5 Stuten eingesetzt wurden. Insgesamt wurden 926 Stuten von 77 unterschiedlichen Hengsten besamt. Unter Betrachtung der 18 Hengste, die für mehr als 5 Stuten eingesetzt wurden und somit statistisch auswertbar waren, konnte ein relevanter Einfluss auf die Trächtigkeitsrate erfasst werden ( $p < 0,05$ ). Von dem Hengst mit der niedrigsten Trächtigkeitsrate wurden nur 14,3 % der Stuten tragend (1 von 7) und von dem Hengst, mit dem die beste Trächtigkeitsrate erzielt wurde, waren 33 von 53 Stuten tragend (62,3 %). Von dem am stärksten frequentierten Hengst wurden 130 Stuten besamt (TR = 48,5 %).

#### **4.1.9 Samenart**

Die Trächtigkeitsraten schienen sich auch in Abhängigkeit von der Samenart zu unterscheiden (TG = 35,4 %; KS = 49,6 %; FS = 48,3 %), jedoch ohne statistische Signifikanz ( $p > 0,05$ ).

#### **4.1.10 Uterustupferbefund**

Ein Uterustupfer wurde bei 187 von 954 Stuten genommen. Die mittels Uterustupfer untersuchten Stuten wurden mit einer Wahrscheinlichkeit von 41,7 % tragend und die nicht getupfert Stuten mit 49,3 % ( $p > 0,05$ ).

#### 4.1.11 Rosseinduktion

Ein Drittel der 936 analysierten Rossen wurden medikamentell induziert (328 Rossen) und resultierten in einer TR von 50 % (164 Stuten tragend, 164 Stuten nicht tragend). Dieser Wert unterschied sich nicht von dem (47,1 %) der Stuten, welche keiner medikamentellen Rosseinduktion unterzogen wurden ( $p > 0,05$ ). Die Rosseeinleitung erfolgte entweder nur mit PGF (TR = 50,6 %, 159 von 314 Stuten), mit PG<F und Regumate (TR = 0 %, 0 von 3 Stuten) oder der alleinigen Verabreichung von Regumate (TR = 50 %, 4 von 8 Stuten).

#### 4.1.12 Ovulationsinduktion

Es zeigt sich ein Trend ( $p = 0,099$ ) dahingehend, dass die Trächtigkeitsrate positiv durch die Ovulationsinduktion (50,2 %, 286 von 570 Stuten) beeinflusst werden kann. Die Trächtigkeitsrate ohne Ovulationsinduktion lag hingegen bei 44,7 % (169 von 378 Stuten). Neben der Ovulationsinduktion allgemein, wurden auch die unterschiedlichen Methoden der Ovulationsinduktion einzeln aufgeschlüsselt (Tab. 6). Die am häufigsten verwendete Methode war die intravenöse Injektion von hCG (TR = 51,2 %, 430 Stuten). Die Anwendung von Ovuplant in Kombination mit GnRH ist statistisch nicht auswertbar, da nur eine Stute mit dieser Art der Ovulationsinduktion behandelt wurde.

Neben der Methode der Ovulationseinleitung entscheidet auch der Abstand zwischen dieser und der Besamung über die Trächtigkeitsrate. Die höchste Trächtigkeitsrate konnte verzeichnet werden, wenn die letzte Besamung mit Frischsamen einen Tag vor der Ovulationseinleitung erfolgte (62,5 %), wobei die Fallzahl (5 von 8 Stuten) sehr gering ist. Annähernd gleich viele tragende Stuten (50,3 %) und nicht tragende Stuten (49,7 %) konnten verzeichnet werden, wenn die letzte Besamung am Tag der Ovulationseinleitung (Tag 0) durchgeführt wurde. 47,8 % Trächtigkeitsrate (75 von 157 Stuten) bei letzter Besamung 1 Tag nach der Ovulationsinduktion, 53,6 % (30 von 56 Stuten) 2 Tage nach der Ovulationsinduktion, 66,7 % 3 Tage nach der Ovulation (4 von 6 Stuten) und eine Stute die 4 Tage nach der Ovulationseinleitung besamt wurde war nicht tragend.

Tab. 6: Vergleich der Trächtigkeitsraten nach Anwendung verschiedener Methoden zur *Ovulationsinduktion* ( $p = 0,099$ )

<b>Methode der Ovulationseinleitung</b>	<b>Anzahl der Stuten (n)</b>	<b>Tragend (%)</b>	<b>Nicht tragend (%)</b>
hCG	430	51,16	48,84
hCG, Ovuplant	12	41,67	58,33
Ovuplant	126	46,83	53,17
Ovuplant und GnRH	1	100	0,00

#### 4.1.13 Sterilitätsbehandlungen

Bei 171 von 954 Stuten wurden Sterilitätsbehandlungen durchgeführt. Von den behandelten waren letztendlich 66 Stuten tragend (38,6 %) und 105 (61,4 %) nicht tragend ( $p < 0,05$ ). Von statistischer Signifikanz ( $p < 0,05$ ) war ebenfalls der Anteil tragender Stuten, die keiner Sterilitätsbehandlung unterzogen wurden (49,8 %, 390 von 783 Stuten) im Vergleich zu den tragenden Stuten, die nicht behandelt wurden (38,6%, 66 von 171 Stuten).

In 784 Rossen wurden je nach Indikation 14 unterschiedliche Sterilitätsbehandlungen durchgeführt. Der Einfluss auf den Trächtigkeitserfolg ist in Tab. 7 zu sehen. Die am häufigsten verwendete Sterilitätsbehandlung war die Uterusspülung mit NaCl in Kombination mit der intramuskulären Injektion von Penicillin. 51 Stuten wurden so behandelt mit einem daraus resultierenden Trächtigkeitserfolg von 43,1 %. Am zweithäufigsten (27 Stuten) wurde die intramuskuläre Penicillininjektion ohne vorausgehende Uterusspülung angewendet und resultierte in einer Trächtigkeitsrate von 51,6 %.

Tab. 7: Einfluss der Sterilitätsbehandlung auf den Trächtigkeitserfolg ( $p < 0,05$ )

<b>Sterilitätsbehandlungen</b>	<b>Anzahl der Stuten (n)</b>	<b>Tragend (%)</b>	<b>Nicht tragend (%)</b>
Depotocin	1	100	0
hCG	2	0	100
Oxytocin	11	45,45	54,55
Oxytocin, PGF	1	0	100
Oxytocin, Spülung	13	23,08	76,92
Oxytocin, Spülung, Penicillin	18	27,78	72,22
Penicillin	27	51,85	48,15
Penicillin, Spülung	51	43,14	56,86
Penicillin, Spülung, PGF	3	0	100
PGF	23	26,09	73,91
PGF, Penicillin	1	0	100
Scheidenplastik	1	100	0
Scheidenplastik (Caslick)	2	100	0
Spülung	13	46,15	53,85

Die Trächtigkeitsrate war deutlich höher bei den Stuten, die Regumate zur Trächtigkeitserhaltung verabreicht bekamen (83,3 %, 15 von 18 Stuten) als bei den Stuten, die kein Regumate erhielten (47,1 %; 441 von 936 Stuten).

#### 4.1.14 Befunde der gynäkologischen Untersuchung (Cervix, Uterus, Ovarien)

Der vaginale Befund am letzten Tag der Besamung wurde von C0 bis CVI eingeteilt und es konnte ein Trend in Bezug auf den Öffnungsgrad der Cervix und den daraus resultierenden Trächtigkeitsergebnis ermittelt werden ( $p = 0,09$ ) (Tab. 8). Die meisten Stuten zeigten einen vaginalen Befund von CIII (283 von 802 Stuten). Die beiden Stuten mit geschlossener Cervix (C0) wurden aus dieser Besamung heraus nicht tragend, ebenso wie die Stute mit weit geöffneter Cervix (CVI).

Tab. 8: Trächtigkeitsergebnis in Abhängigkeit vom Cervixbefund bei der letzten Besamung in der Rosse ( $p = 0,09$ )

<b>Vaginaler Befund</b>	<b>Anzahl der Stuten (n)</b>	<b>Tragend (%)</b>	<b>Nicht tragend (%)</b>
C0	2	0,00	100,00
CI	91	42,86	57,14
CII	200	46,50	53,50
CIII	283	55,48	44,52
CIV	243	47,74	52,26
CVI	1	0,00	100,00

Neben dem vaginalen Befund am Tag der letzten Besamung wurde auch der Uterusbefund am letzten Besamungstag analysiert. Insgesamt wurden 874 Befunde erhoben und von GI bis GIV eingeteilt ( $p > 0,05$ ) (Tab 9).

Im Rahmen der vierjährigen Datenerhebung wurden insgesamt 953 rektale sonographische Untersuchungsbefunde erhoben. Die meisten Untersuchungen ( $n = 856$ ; TR = 89,9 %) waren ohne besonderen Befund. Die am häufigsten erhobenen Befunde waren freie Flüssigkeit im Uterus ( $n=51$ ), multiple uterine Zysten ( $n=16$ ), eine uterine Zyste ( $n=13$ ), Hyperreflexie des Uterus ( $n=8$ ), resorbierte Frucht ( $n=3$ ) und jeweils ein notierter Fall von Abort und multiplen uterine Zysten, embryonale Mortalität, Flüssigkeit und Zyste, nicht zurückgebildeter Uterus, sehr kleiner Uterus sowie Zwillinge mit Septum ( $p > 0,05$ ).

Tab. 9: Trächtigkeitsergebnis in Abhängigkeit vom Uterusbefund bei der letzten Besamung in der Rosse ( $p > 0,05$ )

<b>Uterusbefund</b>	<b>Anzahl der Stuten (n)</b>	<b>Tragend (%)</b>	<b>Nicht tragend (%)</b>
GI	30	66,67	33,33
GII	59	50,85	49,15
GII-III	5	40,00	60,00
GIII	309	47,57	52,43
GIII-II	1	100,00	0,00
GIII-IV	9	33,33	66,67
GIV	459	50,33	49,67
GIV-III	2	100,00	0,00

Zudem wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen der Follikelgröße am Tag der letzten Besamung und der Trächtigkeitsrate betrachtet ( $p > 0,05$ ). 138 Stuten hatten am Tag der letzten Besamung bereits ovuliert. Von diesen wurden in der betreffenden Rosse 47 Stuten tragend (34,1 %) und 91 nicht tragend (65,9 %). Ein deutlicher Abfall der Trächtigkeitsrate ist bei einer Follikelgröße von  $\leq 25$  mm (1 Stute, nicht tragend) und 60 mm (13 von 21 Stuten negativ, TR = 38,1 %) zu sehen. Extrem große Follikel mit 65 mm am Tag der letzten Besamung wurden nur bei zwei Stuten gesehen, von denen eine ein positives und die andere ein negatives Trächtigkeitsergebnis aufwies. Die Follikelgrößen von 30 bis 55 mm am Tag der letzten Besamung gehen mit Trächtigkeitsraten um die 50 % einher (35 mm = 55,2 %; 40 mm = 43,0 %; 45 mm = 49,3 %; 50 mm = 50,9 %; 55 mm = 60,24), wobei die höchste Trächtigkeitsrate bei 30 mm (62,5 %) erreicht wurde.

Neben der Follikelgröße ist auch die Anzahl der ovulierten Follikel von Relevanz ( $p < 0,05$ ). Die Trächtigkeitsrate steigt mit der Zahl ovulierter Follikel. Sie beträgt bei ausbleibender Ovulation 0 %, bei einem ovulierten Follikel 47,7 % (346 von 726 Stuten) und bei zwei ovulierten Follikeln 56,4 % (71 von 126 Stuten). Bei insgesamt vier Stuten wurde die gleichzeitige Ovulation von drei Follikeln verzeichnet und alle vier Stuten wurden aus dieser Rosse heraus tragend.

#### 4.1.15 Besamungszeitpunkt

Bei der Beurteilung der Einzelwerte der Trächtigkeitsrate in Hinblick auf den Zeitraum zwischen der letzten Besamung und der der Ovulations-Feststellung lässt sich keine Tendenz erkennen ( $p > 0,05$ ). Die höchste Trächtigkeitsrate (60,4 %) bei 48 Untersuchungen war zu verzeichnen, wenn die letzte Besamung 48 Stunden vor der Ovulationsfeststellung erfolgte und die niedrigste mit 28,6 % wenn die letzte Besamung 12 Stunden vor der Ovulationsfeststellung erfolgte. Wobei dieser Wert kritisch betrachtet werden muss, da die Fallzahl mit 7 Untersuchungen sehr gering war. Unter Beachtung des Punktediagramms lässt sich jedoch eine negative Abhängigkeit zwischen dem Intervall der letzten Besamung und der Ovulationsfeststellung und der Trächtigkeitsrate erkennen (Abb. 3).

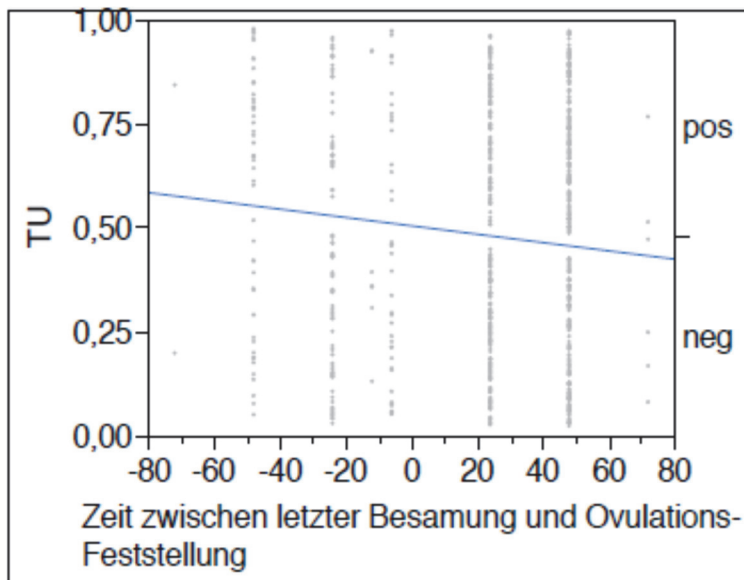


Abb. 3: Zusammenhang zwischen dem Intervall (h) der letzten Besamung und der Feststellung der *Ovulation* ( $p > 0,05$ )

#### **4.1.16 Anzahl der Besamungen**

In Hinblick auf die Anzahl der Besamungen pro Rosse konnte die höchste Trächtigkeitsrate (62,5 %; 10 von 16 Stuten) mit vier Besamungen erzielt werden ( $p < 0,05$ ). Mit nur einer Besamung lag die Trächtigkeitsrate bei 48,9 % (249 von 509 Stuten), mit zwei Besamungen bei 52,2 % (145 von 278 Stuten) und mit drei Besamungen bei 45,3 % (29 von 64 Stuten). Bei einer Stute wurden fünf Besamungen in einer Rosse durchgeführt, was in einer Trächtigkeit resultierte.

## **4.2 Behandlungskosten**

Die Auswertung der durch den Tierarzt im Rahmen der reproduktionsmedizinischen Untersuchungen und Behandlungen entstandenen Kosten wurde statistisch getrennt nach letztendlich tragender und nicht tragender Stute analysiert. Bei den nicht tragenden Stuten variierten die Kosten von 10,60 bis zu 622,18 Euro. Im Mittel verursachte eine nicht tragende Stute Kosten in Höhe von 88,54 Euro. Bei den tragenden Stuten variierten die Kosten von 10,6 Euro bis zu 496,04 Euro. Im Mittel verursachte eine tragende Stute Kosten in Höhe von 113,40 Euro ( $p < 0,05$ ).

---

## **5. Diskussion**

### **5.1 Potentielle Einflussfaktoren auf die Trächtigkeitsrate**

#### **5.1.1 Rasse**

In der vorliegenden Arbeit variierten die Trächtigkeitsraten der einzelnen Pferderassen zwischen 14,3 und 55,6 Prozent. Allerdings wiesen diese Unterschiede keine statistische Signifikanz auf, was in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Studie von Katila (2003) steht. Diese hat ebenfalls ergeben, dass die Rasse keinen Einfluss auf Ovulation, Trächtigkeits- oder Zwillings-Trächtigkeitsrate hat (Katila, 2003). Im Gegensatz dazu zeigten Gorecka et al. (2005) deutlich höhere Trächtigkeitsraten bei den Kleinpferderassen. Eine mögliche Erklärung für Rasseunterschiede könnte im Inzuchtkoeffizienten begründet liegen, welcher sich zwischen den einzelnen Rassen unterscheidet (Sairanen et al., 2008). Van Eldik et al. (2006) machten mit Ihrer Studie, die die Spermaqualität von 285 Shetlandponyhengsten untersuchte, deutlich, dass der Inzuchtgrad die Samenqualität und Spermaproduktion negativ beeinflusst. Auch Dowsett und Knott (1996) zeigten, dass die meisten Sameneigenschaften erheblich zwischen den einzelnen Pferderassen differierten. Die deutliche Überpräsenz der Rassen Rheinländer und Westfalen ist dadurch zu erklären, dass die Datenerhebung dieser retrospektiven Studie in einer Praxis in Nordrhein-Westfalen erfolgte.

### 5.1.2 Alter der Stuten

Neben der absoluten Anzahl der zur Zucht eingesetzten Stuten mit einem Alter von über 20 Jahren sinkt auch die Fruchtbarkeit bei Stuten über 23 Jahren extrem ab, wobei sich kein statistisch signifikanter Einfluss des Stutenalters auf die Trächtigkeitsrate ermitteln ließ. Im Gegensatz dazu konnten Sairanen et al. (2009) bei Trabern und Finnpferden sehen, dass die Abfohraten negativ mit dem zunehmenden Alter der Stuten korrelieren. Bei Ewert et al. (2010) zeigten die 2- bis 6-jährigen Stuten mit 87,6 % die höchste Trächtigkeitsrate und diese nahm mit zunehmendem Alter deutlich ab, mit den niedrigsten Trächtigkeitsraten (63,3 %) von Stuten über 16 Jahren (Ewert et al., 2010). Diese negative Tendenz mit zunehmendem Alter bei Stuten die mit Frischsamen belegt wurden, wird auch bei Katila (2003) deutlich und auch hier stellen die Stuten mit einem Belegungsalter von über 16 Jahren eine Art kritische Marke da, die sich auch in der vorliegenden Untersuchung als prominent herausstellt (unter 8 Jahre: 58,3 %, 8-16 Jahre: 58,7 %, über 16 Jahre: 46,2 %).

Eine Erklärung für den Einfluss des Alters auf die TR findet sich bei der endokrinologischen Analyse. Das Alter der Stute zeigt keinen Einfluss auf die Plasmakonzentrationen von LH und Progesteron, jedoch gibt es einen signifikanten Unterschied bei der equinen Choriongonadotropin(eCG)-Sekretion. Bei 4-8-jährigen Stuten betrug die eCG-Konzentration  $851 \pm 234$  ng/ml am 79. Trächtigkeitstag und bei über 8-jährigen Stuten  $1156 \pm 725$  ng/ml (Willmann et al., 2011).

Des Weiteren gibt es Hinweise darauf, dass auch das uterine Blutflussvolumen einen Einfluss auf die Konzeptionsrate hat. In einer Studie von Bollwein et al. (2008) war sie bei alten, uni- und pluriparen Stuten sowie Stuten mit endometrialen Fibrosierungen signifikant höher als bei jungen, nulliparen Stuten ohne endometriale Fibrosierungen und korrelierte negativ mit der Konzeption. Stuten die nach der Besamung güst blieben, zeigten zwölf Stunden nach der Insemination einen deutlichen Anstieg des uterinen Blutflussvolumens, welches bei den konzipierenden Stuten annähernd konstant blieb. Eine weitere Erklärung für die negative Korrelation der Fruchtbarkeit mit dem Alter stellt der Anstieg der frühembryonalen Todesrate mit zunehmendem Alter der Stute dar (Willmann et al., 2011). Neben den hormonellen Veränderungen, dem Blutflussvolumen und der frühembryonalen Todesrate dürfen auch die progressiv verlaufenden degenerativen Veränderungen des Uterus, die in einer Mangelversorgung des Embryo resultieren und positiv mit dem Alter der Stuten korrelieren, als Ursache für die sinkende TR nicht außer Acht gelassen werden (Jäger et al., 2018). Im Gegensatz zu dem belegten Einfluss des Alters auf die Trächtigkeitsrate gibt es keinen Hinweis auf einen Einfluss des Alters auf die Ovulation oder die Zwillingsträchtigkeitsrate (Katila, 2003).

Moderne Methoden der Reproduktionsmedizin wie die in vitro Fertilisation, der Gametentransfer direkt in den Eileiter und der Embryotransfer stellen gute Alternativen dar, um dem embryonalen Fröhtod bei älteren Stuten entgegen zu wirken (Rambags et al., 2003).

In der vorliegenden Studie sind nur wenige Stuten im Alter von über 20 Jahren vertreten, was möglicherweise eine Erklärung für die fehlende statistische Signifikanz in Bezug des Stutenalters auf die Trächtigkeitsrate darstellt.

### 5.1.3 Zuchtsaison der Stute / Letzte Abfohlung

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Bartos et al. (2015) ist in der hiesigen Dissertation ersichtlich, dass sich die Anzahl der Zuchtsaisonen nicht positiv auf die Trächtigkeitsrate auswirkt. Wobei die Aussagekraft aufgrund der geringen Fallzahlen von unter 5 Stuten pro Anzahl der höheren Zuchtsaisonen kritisch betrachtet werden muss. Bartos et al. (2015) ermittelten als Grund für diese Tendenz die sinkende embryonale Mortalität proportional zur Anzahl der geborenen Fohlen (Bartos et al., 2015). Die Trächtigkeitsrate der Maidenstuten lag mit 53,3 % über dem Mittel der Gesamtstutenanzahl von 47,8 % positiver Trächtigkeiten. Ein Defizit in der Statistik stellt die getrennte Auswertung des Alters und der letzten Abfohlung in Hinblick auf die Trächtigkeitsrate da. Eine Kombination der beiden Parameter wäre in einer additiven Studie von Vorteil, um eine Vergleichsmöglichkeit zu der Studie von Sairanen et al. (2009) zu schaffen. Sie konnten feststellen, dass die Abfohlrate bei älteren Stuten besonders niedrig ist, wenn es sich zusätzlich um Maidenstuten handelt. Die besten Trächtigkeitsergebnisse für Maidenstuten wurde im Alter von fünf Jahren (Traber) beziehungsweise sechs Jahren (Finnpferde) erzielt (Sairanen et al., 2009).

In der vorliegenden retrospektiven Studie konnte übereinstimmend mit Katila (2003) kein Einfluss der Kategorie der Stute (güst, Maidenstute, Fohlen bei Fuß) auf die Trächtigkeitsrate oder die Anzahl der Zwillingsträchtigkeiten ermittelt werden. Jedoch hatten Fohlenstuten statistisch signifikant mehr Doppelovulationen als Güst- oder Maidenstuten. Morris und Allen (2002) konnten in vielerlei Hinsicht Einflüsse des Status der Stute auf verschiedene Reproduktionsparameter detektieren. So hat der Status der Stute einen signifikanten Einfluss auf die Doppelovulationsrate, welche am niedrigsten bei den Fohlenstuten (12 %) und am höchsten bei den Stuten, welche im vorigen Jahr abortierten (26,3 %), war. Des Weiteren lag die Trächtigkeitsrate bei Fohlenstuten (56,6 %) signifikant über der von Stuten, welche im Jahr zuvor nicht besamt wurden (Raststuten, 25,0 %).

#### **5.1.4 Anzahl der Besamungsgrossen**

In der vorliegenden Studie korrelierte die Anzahl der untersuchten Rossen negativ mit der Trächtigkeitsrate. Dies konnte auch durch Christmann et al. (2017) bestätigt werden. Die durchschnittliche Trächtigkeitsrate beim Hannoveraner Warmblut pro erster Rosse lag noch bei 41,6 % und sank bis auf 36,9 % bei den vierten und mehr Rossen.

Limitierend bei der hiesigen retrospektiven Studie sind die Gruppengrößen, die eine Vergleichbarkeit einschränken (297 in der 1. Rosse zu 12 in der 6. Rosse). Eine prospektive Studie würde gleiche Gruppengrößen ermöglichen und damit auch die Aussagekraft der statistischen Auswertung verbessern.

### 5.1.5 Monat / Jahr

Der wichtigste Taktgeber für die Ovaraktivität der Stuten ist die Tageslichtlänge. Pferde zählen zu den „long day breedern“ und befinden sich während der Wintermonate im Anöstrus. Mit zunehmender Tageslichtlänge (Optimum: 14,5 bis 16 Stunden Licht pro Tag) sinkt die Melatonin synthese in der Hypophyse und die Ovaraktivität steigt (Palmer u. Guillaume, 1992). Im Januar wurde in der vorliegenden Dissertation nur eine Stute besamt und diese ist auch tragend geworden. Auch wenn der Januar somit aufgrund der zu geringen Fallzahl nicht statistisch relevant ist, so ist dennoch davon auszugehen, dass diese Stute einem künstlichen Lichtregime ausgesetzt war, um das Langtagmodell und somit eine Rosse in einer Jahreszeit mit kurzen Tageslichtlängen zu ermöglichen. Die höchsten, auswertbaren Trächtigkeitsraten, jedoch ohne statistische Signifikanz, konnten mit 60,0 und 54,7 % im Februar und April erzielt werden. Dies entspricht auch der Aussage von Katila (2003). Sie unterteilte die Besamungen innerhalb einer Zuchtsaison in zwei Gruppen. Die erste Gruppe inkludierte alle Besamungen vor dem 1. Juni und die zweite Gruppe alle Besamungen danach. In der ersten Gruppe wurden unter Verwendung von verschicktem Frischsamen Trächtigkeitsraten von 59,1 % erreicht und in der zweiten Gruppe von 49,0 %. Konträr dazu waren die Trächtigkeitsraten unter Verwendung von TG-Samen in der ersten Gruppe (28,5 %) niedriger als in der zweiten (35,1 %). Auch Blanchard et al. (2010) zeigt einen Trend dahingehend auf, dass die Trächtigkeitsraten im Februar (66,3 %), März (67,2 %) und April (66,1 %) höher sind als im Mai (62,9 %), Juni (62,8 %) und Juli (60,00 %).

Auch der Anteil der durch den Zuchthengst beeinflussten Trächtigkeitsrate variiert mit den Jahreszeiten beziehungsweise Monaten im Verlauf einer Zuchtsaison. Die höchsten Trächtigkeitsraten wurden im Februar (91,6 %) erzielt und nahmen linear bei allen Hengstaltersgruppen im Verlauf der Decksaison kontinuierlich ab (März: 89,0 %; April: 84,4 %, Mai: 75,1 %; Juni/Juli: 60,7 %) (Ewert et al., 2013). Eine Erklärung dafür ist, dass das Spermavolumen, die Spermakonzentration, die absolute Spermienzahl, die Temperatur und der pH-Wert der Besamungsportionen sowie die absolute Motilität und die progressive Motilität der einzelnen Spermien signifikant zwischen den einzelnen Monaten innerhalb eines Jahres variieren. Ein signifikanter Abfall der Spermakonzentration, der absoluten Anzahl der Spermien sowie der absoluten Anzahl der vorwärtsbeweglichen Spermien sind im April und Juni zu verzeichnen (Heckenbichler et al., 2011).

Die vier retrospektiv analysierten Zuchtjahre unterschieden sich nicht statistisch signifikant in den Trächtigkeitsraten von 42,9 % im Jahr 2015 bis zu 52,9 % im Jahr 2016. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass der Untersucher der gleiche war und auch an der Art der gynäkologischen Untersuchungen und Behandlungen in den vier Jahren keine Änderungen vorgenommen wurden. Konträr dazu konnten Christmann et al. (2017) einen signifikanten Einfluss des

Jahres der Besamung auf die Trächtigkeitsrate pro Rosse und die Verlustrate zwischen 2008 und 2014 verzeichnen, jedoch ohne einen auf- oder absteigenden Trend im Verlauf dieses Zeitraums.

Gahne et al. (1998) konnten weder einen Einfluss des Monats noch des Wochentages, an dem die Stuten besamt wurden, auf die Trächtigkeitsraten feststellen (Gahne et al., 1998).

### 5.1.6 Besamung in der Fohlenrosse

Bei Stuten mit Fohlen bei Fuß stellt sich immer wieder die Frage, ob aus wirtschaftlichen Gründen die Fohlenrosse bereits zur Besamung genutzt werden sollte, damit die Fohlen für den Verkauf weiterentwickelt sind und das Abfohldatum sich nicht jährlich nach hinten in der Zuchtseason verschiebt, oder ob die eventuell unvollständige Involution des Uterus den Besamungserfolg reduziert. In der vorliegenden Studie konnte kein Einfluss der Besamung in der Fohlenrosse auf die Trächtigkeitsrate detektiert werden ( $p > 0,05$ ). Die TR der Stuten, die nicht in der Fohlenrosse besamt wurden, lag bei 48,1 % und die TR der in der Fohlenrosse besamten Stuten bei 42,6 %. Der Besamungserfolg in der Fohlenrosse ist von mehreren Faktoren abhängig. Er sinkt bei niedrigen Wintertemperaturen, bei verlängerter Retentionszeit der Nachgeburt und steigt je länger die Fohlenrosse andauert (Ishii et al., 2001). Es gab in der vorliegenden Studie jedoch keine Aufzeichnungen über den Geburtsverlauf / den Abgang der Nachgeburt und die Wintertemperaturen in den jeweiligen Jahren, sodass eine dahingehende Auswertung entfällt.

Im Gegensatz zu den vorliegenden Daten zeigten in einer Studie von Katila (2003) die Stuten geringere Trächtigkeitsraten, wenn sie bereits im ersten Zyklus post partum besamt wurden (40,3 %) als Stuten, die erst im zweiten Zyklus post partum besamt wurden (49,7 %) (Katila, 2003). Auch Morris und Allen (2002) konnten eine Tendenz dahingehend sehen, dass Stuten, die in der Fohlenrosse besamt wurden, eine niedrigere Trächtigkeitsrate zeigten als Stuten nach dem 15. Tag post partum. Des Weiteren lag die Frühabortrate bei den Stuten, die in der Fohlenrosse belegt wurden, signifikant über denen, die in dem ersten Östrus nach der Fohlenrosse belegt wurden.

### 5.1.7 Hengst

In der vorliegenden retrospektiven Studie konnten erhebliche Schwankungen zwischen den einzelnen Trächtigkeitsraten in Bezug auf den Zuchthengst detektiert werden. Die Spanne der TR reichte von 14,3 bis zu 62,7 %. Blanchard et al. (2010) konnten ebenfalls hohe Schwankungen zwischen den einzelnen Hengsten (50 - 75 %) ermitteln. Die Schwankungsbreite mit 15 % liegt jedoch deutlich unter der unserer Studie mit 48,4 %. Diese hohe Varianz entsteht neben dem Einfluss der Hengste auch durch unterschiedliche extrinsische Variablen. Da die Zuchtstuten nicht alle im gleichen Stall standen, variierten die Fütterung, der Allgemeinzustand der Stuten, das Lichtregime sowie die Haltungsformen, was in der Summe zusätzlich die Fruchtbarkeit beeinflusst. Neben der Hengstwahl per se und der Pferderasse hat auch das Alter der Deckhengste einen signifikanten Einfluss auf die Trächtigkeitsrate. Nach Ewert et al. (2013) konnten die höchsten Trächtigkeitsraten durch 2-6-jährige Hengste (83,3%) und die niedrigsten Trächtigkeitsraten bei Hengsten über 16 Jahren (63,3 %) ermittelt werden. Dieser negative Effekt des Alters der Hengste auf die Abfohlrate der Stuten wurde auch in einer finnischen Studie beschrieben, mit der höchsten Abfohlrate in der Gruppe der 1-6-jährigen Hengste und der niedrigsten bei 17-28-jährigen Hengsten (Sairanen et al., 2009). Neben dem Alter der Hengste hat auch die Anzahl der gedeckten Stuten einen beachtlichen Einfluss. So lag die Trächtigkeitsrate bei Hengsten die 1-11 Stuten zur Bedeckung erhielten bei 74,2 % und im Gegensatz dazu erreichte sie 86 %, wenn die Hengste mehr als 60 Stuten bedeckten (Ewert et al., 2013). Der in der vorliegenden Studie am höchsten frequentierte Hengst hatte 130 Stuten und lag mit einer TR von 48,46 % leicht über dem Gesamtdurchschnitt tragender Stuten (47,8 %, 456 von 954 Stuten). Die Trächtigkeitsrate wird zudem durch die Anzahl der Bedeckungen pro Tag beeinflusst. Bei der ersten Bedeckung am Tag liegt die TR noch bei 66,1 % und bei der fünften nur noch bei 36,4 % (Blanchard et al., 2010).

### 5.1.8 Samenart

In einer retrospektiven Studie mit 1085 Stuten konnte Katila (2003) zeigen, dass die Samenart einen signifikanten Einfluss auf die Trächtigkeitsrate, jedoch nicht auf die Doppelovulationsrate und die Zwillingsfruchtbarkeit hat. Die Trächtigkeitsrate bei Stuten, die mit Frischsamen, welcher auf dem Gestüt selbst gewonnen wurde, besamt wurden, lag bei 56 %, bei Frischsamen der verschickt wurde bei 51,7 % und nach TG- Besamungen bei nur 33,1 %. Dies konnte durch unsere retrospektive Studie nicht bestätigt werden. Frischsamen, der gewonnen und sofort versamt wurde, erreichte eine TR von 49,6 %, verschickter Frischsamen 48,35 % und TG-Samen hingegen nur 35,4 %. Das gleiche Ranking, jedoch mit statistischer Signifikanz, wurde auch von Sairanen et al. (2009) bei Trabern und Fippferden beschrieben. Die höchsten Trächtigkeitsraten wurden mit Frischsamen erreicht, der vor Ort gewonnen und versamt wurde, gefolgt von transportiertem Frischsamen und dem Natursprung und den schlechtesten Trächtigkeitsraten bei der Verwendung von TG-Samen. Als zusätzlicher Unsicherheitsfaktor kommt hinzu, dass die Qualität des verschickten, gekühlten Samens in Bezug auf das Volumen der einzelnen Besamungsportionen, Temperatur, pH-Wert, Spermienkonzentration, absoluter Spermienzahl, Prozentsatz intakter Spermatozoen, morphologischer Samendefekte, absoluter Motilität und progressiver Motilität der Spermatozoen signifikant durch die Deckstelle, in der der Hengst abesamt und der Samen bearbeitet wird, abhängig ist (Heckenbichler et al., 2011). Die Temperatur des gekühlten Frischsamens spielt zum Zeitpunkt der Besamung nach dem Transport in Styroporbehältnissen eine untergeordnete Rolle. Erst bei Temperaturen von über 14 °C steigt die Anzahl der akrosomalen Defekte der Spermatozoen (Heckenbichler et al., 2011).

### 5.1.9 Uterustupferbefund

In unserer retrospektiven Studie wurden die mittels Uterustupfer untersuchten Stuten mit einer Wahrscheinlichkeit von 41,7 % tragend und die nicht getupferten Stuten mit 49,3 %. Defizitär in dieser Studie stellt sich die ausschließliche Interpretation der Uterustupfer dahingehend dar, ob einer genommen wurde oder nicht. Die Ergebnisse der durchgeführten, aber nicht aufgezeichneten zytologischen und mikrobiologischen Untersuchungen wären essentiell, um Rückschlüsse auf die Trächtigkeitsraten ziehen zu können. Riddle et al. (2007) konnten beispielsweise zeigen, dass Stuten mit einem positiven zytologischen oder kulturellen Tupferbefund geringere Trächtigkeitsraten verzeichneten, als Stuten mit physiologischem Tupferbefund. Bei den güsten, Fohlen- und Maidenstuten wurden in 28 %, 17 % bzw. 5 % positive Zytologien nachgewiesen und die Kulturen waren je nach Gruppe in 12,2 %, 11,1 % und 3,2 % der Fälle positiv, wobei die Isolation von Mikroorganismen reduzierte Trächtigkeitsraten zur Folge hatte, auch wenn keine Entzündung vorlag.

In der vorliegenden Studie wurden nur güste Stuten und diejenigen mit sonographisch auffälligen Uterusbefunden getupfert, wodurch sich die geringere TR im Vergleich zu den Stuten, die nicht getupfert wurden, erklären lässt.

### 5.1.10 Rosseinduktion / Ovulationsinduktion

Die in der vorliegenden Dissertation ermittelte Zwillingsfruchtbarkeit lag bei 2,0 % (19 von 954 Trächtigkeiten) und lag damit ein Prozent über der von Ewert et al. (2013) ermittelten Quote von 0,9 %. Ein Grund dafür könnte der relativ hohe Einsatz von Hormonen zur Zyklus- und Ovulationsinduktion sein. Eine deutlich höhere Zwillingsfruchtbarkeitsrate wurde von Katila (2003) mit 6,1 % ermittelt, unabhängig davon, ob die Stuten einer hormonellen Behandlung unterzogen wurden oder nicht. Doppelovulationen kommen mit einer Häufigkeit von 11 % aller Zyklen vor und werden durch die Behandlung mit Prostaglandinen (16,2 %) deutlich erhöht und durch die Verwendung von hCG nicht beeinflusst (10,7 %). Die kombinierte Nutzung von Prostaglandinen und hCG führt in 17,2 % der Zyklen zu Doppelovulationen.

Insgesamt wurden ein Drittel der Rossen medikamentell induziert (TR = 50 %, 328 von 936 Rossen). Mit 314 Anwendungen war die Rosseeinleitung mit PGF<sub>2α</sub> die am häufigsten genutzte Variante (TR = 50,6 %). Die intramuskuläre Injektion von PGF<sub>2α</sub> induziert die Luteolyse und sorgt dafür, dass die Stute in den Östrus zurückkehrt, indem der Diöstrus und das interovulatorische Intervall verkürzt und somit die Reproduktionseffektivität erhöht wird (Coffmann u. Pinto, 2016). Morris und Allen (2002) wiesen vergleichbare Trächtigkeitsraten pro Rosse auf, unabhängig davon, ob diese spontan oder medikamentell induziert war.

Die Trächtigkeitsrate kann positiv durch die Ovulationsinduktion (50,2 %, 286 von 570 Stuten) beeinflusst werden. Die Trächtigkeitsrate ohne Ovulationsinduktion lag hingegen bei 44,7 % (169 von 378 Stuten). Die intravenöse Injektion von hCG wurde am häufigsten angewendet (n = 430) und führte zu TR von 51,2 %. Die Ovulation innerhalb von 24 bis 48 Stunden nach der intravenösen Injektion von 1500 bis 3300 I.U. hCG ermöglicht eine determinierte Besamung und erhöht somit den Reproduktionserfolg, wobei sich die Effizienz der hCG-Gabe reduziert, wenn es mehrfach innerhalb einer Zuchtsaison verabreicht wird (Samper, 2008). Konträr zu unserer Studie konnten Wilson et al. (1990) keine Unterschiede in der Trächtigkeitsrate zwischen den Stuten, die mit 2500 I. U. hCG behandelt wurden (TR = 85,7 %), und der Kontrollgruppe (TR = 83,3 %) detektieren. Eine weitere Möglichkeit, um die Trächtigkeitsrate positiv zu beeinflussen, stellt der Einsatz von 20-40 µg eines GnRH-Analogons (Buserelin, Firma Livisto) dar, welches einmalig zwischen dem 8. und 12. Tag nach der Besamung i.m. oder s.c. verabreicht wird, um das antiluteolytische Signal in der Frühfruchtbarkeit zu verbessern (Newcombe et al., 2001). Dies führt zu erhöhten Trächtigkeitsraten am 14. und 15. Tag p. ov. (72,5 %) im Vergleich zu 66,6 % in der Kontrollgruppe. Auch die Rate des embryonalen Früh-tods, detektiert in einer zweiten Trächtigkeitsuntersuchung zwischen dem 28. und 30. Trächtigkeits-tag, war deutlich niedriger (4,1 %, Kontrollgruppe 7,1 %) (Pycock u. Newcombe, 1996).

### 5.1.11 Sterilitätsbehandlungen

Die Stuten, die in der vorliegenden Studie einer Sterilitätsbehandlung unterzogen wurden, erzielten eine deutlich schlechtere Fruchtbarkeit (TR = 38,6 %) als die Stuten, die keine Sterilitätsbehandlungen erhielten (TR = 49,8 %). Innerhalb der Sterilitätsbehandlungen wurde die Uteruslavage mit NaCl in Kombination mit der intramuskulären Penicillininjektion am häufigsten durchgeführt (n = 51, TR = 43,1 %). Es kann davon ausgegangen werden, dass Stuten die Sterilitätsbehandlungen unterzogen waren, auch Problemstuten mit positivem Tupferbefund oder mehrfacher nicht erfolgreicher Besamung waren. Stuten mit positiven zytologischen oder kulturellen Befunden zeigen bekannterweise geringere Trächtigkeitsraten als Stuten der Kontrollgruppe (Riddle et al., 2007). Brinsko et al. (1990) konnten die höchsten Trächtigkeitsraten bei Stuten, die keiner Uteruslavage nach der Besamung unterzogen wurden, verzeichnen (TR = 66,7 %). Wenn die Uteruslavage 0,5 oder 2 Stunden nach der Besamung durchgeführt wurde, lag die Trächtigkeitsrate hingegen nur bei 22,2 % bzw. 33,3 % (Brinsko et al., 1990). Drei Stuten erhielten eine Scheidenplastik und es wurden auch alle drei Stuten tragend. Ein gestörter Schamschluss führt durch das Eindringen von Keimen und Luft in die Scheide zu einer Reduktion der Zuchttauglichkeit von 20 – 80 %. Der mangelnde Schamschluss kann durch die Scheidenplastik nach Caslick korrigiert werden (Aurich u. Aurich, 2006). Regumate zur Trächtigkeitserhaltung hatte in der vorliegenden retrospektiven Studie einen deutlich positiven Effekt auf die Trächtigkeitsrate (TR = 83,3 %) im Vergleich zu den Stuten, die kein Regumate erhielten (TR = 47,1 %). Diese Wirkung des Altrenogests wurde in einer Studie von Willmann et al. (2011) bewiesen. Die Gabe von Altrenogest vom 6. bis zum 100. Tag p. ov. hatte bei Stuten über einem Alter von 8 Jahren einen positiven Einfluss auf die Entwicklung des Embryos bzw. Fetus (Willmann et al., 2011).

### 5.1.12 Befunde der gynäkologischen Untersuchung (Cervix, Uterus, Ovarien)

Die meisten Stuten zeigten am Tag der letzten Besamung eine Cervixöffnung von CIII, was einer Passierbarkeit von 1-2 Fingern entspricht. Diese Stuten wurden auch mit einer Wahrscheinlichkeit von 55,5 % am besten tragend. Dies zeigt, dass die Stuten im Hauptöstrus waren und die hohen Östrogenkonzentrationen im Blut zu einer Cervixöffnung geführt haben (Aurich, 2011). Die beiden Stuten mit geschlossener Cervix (C0) wurden nicht tragend, was mit einer Besamung zum falschen Ovulationszeitpunkt im Zusammenhang stehen könnte. Ebenso wurde die Stute mit einer Cervixöffnung von sechs Finger Breite (CVI) am Tag der letzten Besamung nicht tragend. Dies kann durch eine Cervixinsuffizienz und damit der Möglichkeit des Eindringens von Keimen erklärt werden.

Die meisten Stuten zeigten am letzten Tag der Besamung eine maximale Ödematisierung des Uterus (GIV), was wie auch bei der Cervixöffnung auf die hohe Östrogenkonzentration während des Östrus zurückzuführen ist (Aurich, 2011). Die höchsten Trächtigkeitsraten hingegen, jedoch nicht signifikant, zeigten die Stuten mit einer geringen Ödematisierung (GI, TR = 66,7 %). Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass diese Stuten nicht am Anfang des Östrus, sondern am Ende waren, da kurz vor der Ovulation bereits die Rossestruktur des Uterus verstreicht. Denkbar ist auch ein Einfluss der Pferderasse auf den Ödematisierungsgrad. So konnte bei Islandstuten nur eine Ödematisierung der Schleimhaut von Grad 3 und bei Warmblutstuten von Grad 4 detektiert werden (Teschner et al., 2011).

Neben der Beurteilung der Rossestruktur wurden auch weitere Uterusbefunde analysiert. Der häufigste Befund war Flüssigkeit im Uterus (n = 51). Diese kann zum einen physiologischerweise mit dem Uterusödem assoziiert sein (Aurich, 2011), sie kann jedoch auch ein Hinweis auf eine keimassoziierte Endometritis sein und sollte daher über die Tupferprobenentnahme diagnostisch abgeklärt werden (Riddle et al., 2017). Da die Trächtigkeitsrate der Stuten mit Flüssigkeit im Uterus bei nur 33,3 % lag, scheint die zweite Annahme die wahrscheinlichere zu sein. Den zweithäufigsten Befund stellten multiple Uteruszysten (n = 16) da. Die auch hier schlechte Trächtigkeitsrate von 37,5 % lässt sich durch die zystenassoziierte verminderte endometriale Clearance und die abhängig von der Zystengröße eingeschränkte Mobilität des Konzeptus erklären (Schoon et al., 1997).

In Bezug auf die Follikelgröße am Tag der letzten Besamung wurde die höchste Trächtigkeitsrate bei 30 mm erzielt (62,5 %). Mit zunehmender Anzahl ovulierter Follikel stieg die TR an (n = 0, TR = 0 %; n = 1, TR = 47,7 %; n = 2, TR = 56,3 %; n = 3, TR = 100 %).

### **5.1.13 Besamungszeitpunkt**

Die höchsten Trächtigkeitsraten konnten verzeichnet werden, wenn die letzte Besamung 48 Stunden vor der Ovulationsfeststellung erfolgte (TR = 60,4 %; 29 von 48 Stuten). In einer Studie von Woods et al. (1990) wurde der Einfluss des Besamungszeitpunktes (präovulatorisch, am Tag der Ovulation und am Tag nach der Ovulation) auf die Trächtigkeitsraten ermittelt. Dabei gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Gruppe, die vor der Ovulation besamt wurden, und den Stuten, die am Tag der Ovulation besamt wurden, jedoch waren die Trächtigkeitsraten signifikant niedriger bei den Stuten, die am Tag nach der Ovulation besamt wurden. Innerhalb der Stutengruppe, welche am Tag der Ovulation besamt wurde, zeigten sich die höchsten Trächtigkeitsraten bei der Besamung 0-6 Stunden nach der Ovulation (Woods et al., 1990). Im Gegensatz dazu ermittelten Newcombe und Cuervo-Arango (2011) die höchsten Trächtigkeitsraten, wenn die Besamung 0-8 Stunden nach der Ovulation (TR = 66,7 %) oder 8-16 Stunden nach der Ovulation (TR = 70,1 %) erfolgte. Köhne et al. (2021) empfehlen die Besamung mit Frisch- oder Versandsperma 12-18 Stunden vor der Ovulation, um ein Optimum bei den Trächtigkeitsraten zu erreichen.

### 5.1.14 Anzahl der Besamungen

In der vorliegenden Studie konnten die besten Besamungsergebnisse unter der Verwendung von Frischsamen mit 4 Besamungen erzielt werden (TR = 62,5 %). Ähnliche Ergebnisse konnten auch von Huber et al. (2019) unter der Verwendung von TG-Samen erzielt werden. Bei der Insemination von Gefriersamen korreliert die Anzahl der Besamungen positiv mit der Konzeptionsrate. Stuten, die innerhalb von 24 Stunden nach der intramuskulären Injektion von Deslorelin viermal besamt wurden, zeigten signifikant höhere Trächtigkeitsraten als Stuten, die nur zweimal besamt wurden. Die unterschiedliche Anzahl der Besamungen zeigte keinen Einfluss auf die zytologischen und bakteriologischen Befunde post inseminationem. Stuten, die im 6 Stunden Takt (24, 30, 36, + post ovulationem) besamt wurden, wiesen signifikant weniger Flüssigkeit im Uterus auf, als jene, die 24, 25, 26 h und post ovulationem besamt wurden. Unter der Verwendung von Frischsamen konnte kein positiver Effekt der vierfachen im Vergleich zur zweifachen Besamung festgestellt werden (Huber et al., 2019). In einer Studie von Squires et al. (1998) zeigten Stuten, die mit je  $1 \times 10^9$  motilen, vorwärtsbeweglichen Spermien an zwei aufeinanderfolgenden Tagen besamt wurden, höhere Trächtigkeitsraten (64 %) als Stuten, die nur einmal mit  $1 \times 10^9$  Spermien (31 %) besamt wurden und auch höherer Trächtigkeitsraten als die Stuten, die einmalig mit  $2 \times 10^9$  Spermien besamt wurden. Ältere Stuten, die eine herabgesetzte uterine Clearance aufweisen, sollten nur einmal pro Rosse besamt werden (Köhne et al., 2021). Im Gegensatz zu der Besamungsanzahl hat das Besamungsvolumen keinen Einfluss auf die Trächtigkeitsrate. Es gab keinen signifikanten Unterschied der Trächtigkeitsraten zwischen den Ponystuten die mit 30 ml oder 120 ml verdünntem, gekühlten Samen ( $10 \times 10^6$  Spermien pro ml) belegt wurden (Bedford und Hinrichs, 1994).

## 5.2 Behandlungskosten

Die Aussagefähigkeit der reproduktionsmedizinischen Behandlungskosten, welche auf Grundlage der retrospektiven Analyse erhoben wurden, muss an dieser Stelle kritisch hinterfragt und differenziert betrachtet werden. Zum einen wurde die Datengrundlage dieser Dissertation (2013-2016) vor der letzten Novelle der Gebührenordnung am 22.11.2022 erhoben und zum anderen wurden die meisten Stutenuntersuchungen auf einer großen Zuchtstation durchgeführt. Dies hat zur Folge, dass auch eine Stute, die dem Tierarzt lediglich für eine Hormoninjektion aufgrund eines persistierenden Anöstrus vorgestellt wurde und anschließend im Natursprung bedeckt wurde, unter „die tragende Stute“ fällt. Daher variieren die Kosten für die tragende Stute von 10,6 Euro bis zu Maximalkosten von 496,04 Euro und für die nicht tragende Stute von 10,6 bis zu 622,18 Euro. Hinzu kommt, dass auf der bereits erwähnten Zuchtstation nahezu alle Stuten durch den Eigenbestandsbesamer besamt wurden, sodass die Besamungskosten entfallen und fiktiv zu den Behandlungskosten ergänzt werden müssten. Zusammenfassend ermöglichen die hier erhobenen Daten eine realistische Antwort auf die Frage: „Was kostet die tragende Stute“ nur für den Fall, dass man Vergleiche zu anderen Gestüten zieht.

Nichts desto trotz verursachte die tragende Stute signifikant höhere Kosten als die nicht tragende Stute. Ursächlich dafür ist, dass bei allen Stuten bis zum Ende der Zuchtsaison jeder Östrus genutzt wurde, um am Ende die Stutensaison mit einem positiven Trächtigkeitsergebnis abzuschließen. Dieser Fakt führte zu häufigeren Follikelkontrollen, Hormoninjektionen und Sterilitätsbehandlungen und erklärt damit die Kostendifferenz.



---

## 6. Zusammenfassung

Die Anamnese der stutenbezogenen Daten in Kombination mit einer guten gynäkologischen Untersuchung, der daraufhin eingeleiteten Art der Diagnostik und Behandlungen entscheiden maßgeblich über die Effektivität der Reproduktion. In der vorliegenden Studie wurde eine retrospektive Analyse der von 2013-2016 erhobenen Trächtigkeitsraten und ihrer möglichen Beeinflussungen durchgeführt. Die Auswertung basiert auf der im Stall durch den untersuchenden Tierarzt geführten Stutenkarteien. Diese inkludieren neben des Signalements der Stute auch den eingesetzten Hengst, die jeweilig erhobenen vaginalen sowie palpatorischen und ultrasonographischen Uterus- und Ovarbefunde und die daraufhin individuell eingeleiteten Behandlungen. Ein signifikanter Zusammenhang bestand zwischen den Trächtigkeitsraten und der Anzahl der Besamungsrossen, der Einfluss des Hengstes, den Sterilitätsbehandlungen, der Anzahl ovulierter Follikel und der Anzahl der Besamungen. Keine statistische Signifikanz ( $p > 0,05$ ) zeigte sich hingegen bei der Pferderasse, dem Alter der Stute, der Zuchtsaison der Stute, der letzten Abfohlung, dem Monat und Jahr, der Besamung in der Fohlenrosse, der Samenart, dem Uterustupferbefund, der Rosseinduktion, der Ovulationsinduktion, dem vaginalen Befund, der Follikelgröße am letzten Tag der Besamung und Besamungszeitpunkt. Bei den reproduktionsmedizinischen Behandlungskosten gab es statistisch signifikante Unterschiede, welche bei der tragenden Stute deutlich höher waren. Die Behandlungskosten müssen aufgrund der Gegebenheiten auf der großen Zuchtstation, auf der die meisten Daten erhoben wurden, kritisch reflektiert werden.

---

## 7. Summary

### **Insemination management in the veterinary driving practice - factors influencing insemination success and veterinary costs**

The anamnesis of the mare-related data in combination with a good gynecological examination and the type of diagnostics and treatments that are subsequently initiated determine the effectiveness of reproduction. In the present study, a retrospective analysis of the pregnancy rates recorded between 2013 and 2016 and their possible influences was carried out.

The evaluation was based on the mare records kept in the stable by the veterinarian. In addition to the mare's signalement, these also include the stallion used, the respective vaginal, palpatory and ultrasonographic uterine and ovarian findings and the individually initiated treatments. The number of oestrus cycles, the influence of the stallion, the sterility treatments, the number of ovulated follicles and the number of inseminations showed a significant connection with the pregnancy rates. However, there was no statistical significance ( $p > 0.05$ ) for the horse breed, the age of the mare, the number of mare's breeding season, the last foaling, the month and year, the insemination in the foal's steed, the semen type, the uterine swab findings, and the steed induction, the ovulation induction, the vaginal findings, the follicle size on the last day of insemination and the time of insemination. There were statistically significant differences in the reproductive medical treatment costs, which were significantly higher in the pregnant mare. The treatment costs must be critically considered due to the circumstances at the large breeding station where most of the data was collected.

---

## 8. Literaturverzeichnis

Aurich, C. (2009): Erkrankungen der Ovarien. In: Aurich, C.: Reproduktionsmedizin beim Pferd. 2, Parey, Stuttgart, 75, ISBN 3830441797.

Aurich, C. (2011): Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction science*. 124, 220-228.

Aurich, J., Aurich, C. (2006): Zuchttauglichkeit und Wertminderung bei Stuten – ein Diskussionsbeitrag zur Taxation von Zuchtpferden. *Pferdeheilkunde*. 22 (1): 23-28.

Bartos, L., Bartosova, J., Pluhacek, J. (2015): Pregnancy disruption in artificially inseminated domestic horse mares as a counterstrategy against potential infanticide. *Journal of Animal Science*. 93: 5465-5468.

Bedford, S. J., Hinrichs, K. (1994): The effect of insemination volume on pregnancy rates of pony mares. *Theriogenology*. 42: 571-578.

Blanchard, T. L., Thompson, J. A., Brinsko, S. P., Love, C. C. (2010): Some Factors Associated With Fertility of Thoroughbred Stallions. *Journal of Equine Veterinary Science*. 30, 8: 407-418.

Bollwein, H., Diaz, L., Sieme, H. (2008): Zusammenhänge zwischen Alter, Parität, endometrialer Fibrosierung, Frühgraviditätsrate und uteriner Durchblutung bei der Stute. *Tierärztliche Praxis*. 36: 204-208

Bostedt H., Sieme H., Bartmann C.-P., Handler J., Sobiraj A., Wehrend A. (2014): Klinisch relevante Vorgehensweisen zur frühzeitigen Überprüfung der Konzeption bei der Stute. *Tierärztliche Praxis Großtiere*. 42: 112-120

Brinsko, S. P., Varner, D. D., Blanchard, T. L., Meyers, S. A. (1990): The effect of postbreeding uterine lavage on pregnancy rate in mares. *Theriogenology* 33 (2): 465-475.

Brook, D. (1985): Cytological and bacteriology examination of the mares endometrium. *Journal of Equine Veterinary Science*. 5, 1: 16-22.

Bundestierärztekammer (2020): Gebührenordnung für Tierärzte, Dechra Veterinary Products Deutschland GmbH, abgerufen: <https://www.bundestieraerztekammer.de/tieraerzte/beruf/got/>

Campbell, M. (2012): It's all in the timing: ovulation induction in the mare. *Veterinary record*. 170: 538-539.

Card, C. (2005): Post-breeding inflammation and endometrial cytology in mares. *Theriogenology*. 64: 580-588.

- Christmann, A., Sieme, H., Martinsson, G., Distl, O. (2017): Analyse von systemischen Effekten auf Fruchtbarkeitsparameter beim Hannoveraner Warmblut. *Züchtungskunde*. 89 (4): 254-267
- Coffmann, E. A., Pinto, C. R. (2016): A Review on the Use of Prostaglandin F<sub>2α</sub> for Controlling the Estrous Cycle in Mares. *Journal of Equine Veterinary Science*. 40: 34-40.
- Couto, M. A., Hughes, J. P. (1984): Technique and interpretation of cervical and endometrial cytology in the mare. *Journal of Equine Veterinary Science* 4, 6: 265-273.
- Cuervo-Arango, J., Newcombe, J. R. (2008): Repeatability of preovulatory follicular diameter and uterine edema pattern in two consecutive cycles in the mare and how they are influenced by ovulation inductors. *Theriogenology*. 69: 681-687
- Cuervo-Arango, J., Claes, A. N., Stout, T. A. (2019): A retrospective comparison of the efficiency of different assisted reproductive techniques in the horse, emphasizing the impact of maternal age. *Theriogenology*. 132: 36-44.
- Dowsett, K. F., Knott, L. M. (1996): The influence of age and breed on stallion semen. *Theriogenology*. 46: 397-412.
- Ewert, M., Böröcz, J., Uphaus, H., Oldenhof, H., Distl, O., Sieme, H. (2013): Einflussfaktoren auf die Trächtigkeitsrate in der deutschen Vollblutzucht. *Tierärztliche Praxis Großtiere* 3, 147-152
- Flores-Flores, G., Velázquez-Cantón, E., Zarco, L. (2014): Luteoprotective Role of Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) During Pregnancy in the Mare. *Reproduction in Domestic Animals*. 49: 420-426.
- Gahne, S., Gänheim, A., Malmgren, L. (1998): Effect of insemination dose on pregnancy rate in mares. *Theriogenology*. 49: 1071-1074.
- Gille, U. (2005a): Harn- und Geschlechtsapparat, Apparatus urogenitalis. In: Salomon F.-V., Geyer, H., Gille, U.: *Anatomie für die Tiermedizin*. Enke, Stuttgart, 383, ISBN 978-3-13-242675-7.
- Gille, U. (2005b): Harn- und Geschlechtsapparat, Apparatus urogenitalis. In: Salomon F.-V., Geyer, H., Gille, U.: *Anatomie für die Tiermedizin*. Enke, Stuttgart, 379-382, ISBN 978-3-13-242675-7.
- Ginther, O. J. (1992): Reproductive Efficiency. In: Ginther, O. J.: *Reproductive Biology of the mare*. Equiservices, Wisconsin, 546-547, ISBN 0964007215.

- Ginther, O. J. (1998): Equine Pregnancy: Physical Interactions Between the Uterus and Conceptus. AAEP Proceedings 44, 73-104.
- Ginther, O. J. (2000): Selection of the dominant follicle in cattle and horses. Animal reproduction science. 60-61, 61-79.
- Ginther, O. J. (2021): Equine Embryo Mobility. A Friend of Theriogenologists. Journal of Equine Veterinary Science. 106; 1-9.
- Gorecka A., Jezierski, T. A., Stoniewski K. (2005): Relationships between sexual behaviour, dominant follicle area, uterus ultrasonic image and pregnancy rate in mares of two breeds differing in reproductive efficiency. Animal Reproduction Science. 87: 283-293.
- Govaere, J. L. J., Hoogewijs, M. K., Schauwer, C. D., Vlieghe, S. D., Van Soom, A., Duchateau, L., De Kruif, A. (2014): Effect of Artificial Insemination Protocol and Dose of Frozen / Thawed Stallion Semen on Pregnancy Results in Mares. Reproduction in Domestic Animals. 49: 487-491.
- Handler, J. (2009): Gynäkologische Untersuchung (Zuchttauglichkeitsuntersuchung) bei der Stute. In: Aurich, C.: Reproduktionsmedizin beim Pferd. 2, Parey, Stuttgart, 39-41, ISBN 3830441797.
- Handler, J. (2009b): Gynäkologische Untersuchung (Zuchttauglichkeitsuntersuchung) bei der Stute. In: Aurich, C.: Reproduktionsmedizin beim Pferd. 2, Parey, Stuttgart, 46-48, ISBN 3830441797.
- Heckenbichler, S., Deichsel, K., Peters, P., Aurich, C. (2011): Quality and fertility of cooled-shipped stallion semen at the time of insemination. Theriogenology. 75: 849-856.
- Hoffmann, B., Leiser, R., Schuler, G. (2009a): Physiologie und Anatomie der Trächtigkeit, Trächtigkeitsdiagnostik. In: Aurich, C.: Reproduktionsmedizin beim Pferd. 2, Parey, Stuttgart, 137, ISBN 3830441797.
- Hoffmann, B., Leiser, R., Schuler, G. (2009b): Physiologie und Anatomie der Trächtigkeit, Trächtigkeitsdiagnostik. In: Aurich, C.: Reproduktionsmedizin beim Pferd. 2, Parey, Stuttgart, 142-145, ISBN 3830441797.
- Huber, D., Amsler, E., Vidondo, B., Kaeser, R., Wespi, B., Sieme, H., Burger, D. (2019): Increase of pregnancy rate after multiple periovulatory inseminations in mares. Tierärztliche Praxis Ausgabe Grosstiere Nutztiere. 47: 18-24

- Ishii, M., Shimamura, T., Utsumi, A., Jitsukawa, T., Endo, M., Yamanoi, T., (2021): Reproductive performance and factors that decrease pregnancy rate in heavy draft horses bred at the foal heat. *Journal of equine veterinary science*. 21 (3): 131-136.
- Jäger, K., Aupperle-Lellbach, H., Müller, E. (2018): Zuchterfolg bei Stuten einschätzen: Mit Tupfer und Endometriumbiopat zur Fertilitätsprognose. *Pferdespiegel*. 21: 70-77.
- Liu, I. K. M., Toedsson, M. H. T. (2008): The diagnosis and treatment of endometritis in the mare: Yesterday and today. *Theriogenology*. 70:415-420
- Katila, T. (2003): Effects of hormone treatments, season, age and type of mares on ovulation, twinning and pregnancy rates of mares inseminated with fresh and frozen semen. *Pferdeheilkunde* 19: 619-624.
- Katila, T., Nivola, K., Reilas, T., Sairanen, J., Pektonen, T., Virala, A.-M. (2010): Factors affecting reproductive performance of horses. *Pferdeheilkunde*. 26 (1): 6-9.
- Lebedeva, L. F., Atroshchenko, M. M., Naumenkova, V. A., Solodova, E. V. (2021): Comparative analysis of various technologies of breedings of horses. *Earth and Environmental Science*. 624. 012035.
- McCue, P. M., Farquhar V. J., Carnevale, E. M., Squires, E. L. (2002): Removal of deslorelin (Ovuplant) implant 48 h after administration results in normal interovulatory intervals in mares. *Theriogenology* 58: 865-870.
- Meinecke, B. (2004): Reproduktion bei weiblichen Haussäugetieren. In: *Physiologie der Haustiere*. Enke Verlag, 2. Auflage. Stuttgart. 510-511, ISBN 978-84-200-1150-9.
- Merkt H., Günzel A.-R., Abel W., Mattos R.: Echographie – Eine Ergänzung der gynäkologischen Untersuchungsmethoden zur Zyklus- und Trächtigkeitsdiagnostik beim Pferd. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*. 90, 225-230.
- Morris, L. H. A., Allen, W. R. (2002): Reproductive efficiency of intensively managed Thoroughbred mares in Newmarket. *Equine veterinary journal*. 34 (1): 51-60.
- Morris, L. H. A., Tiplady, C., Allen, W. R. (2003): Pregnancy rates in mares after a single fixed time hysteroscopic insemination of low numbers of frozen-thawed spermatozoa onto the uterotubal junction. *Equine veterinary journal*. 35 (2): 197-201
- Newcombe, J. R., Martinez, T. A., Peters, A. R. (2001): The effect of the gonadotropin-releasing hormone analog, Buserelin, on pregnancy rates in horse and pony mares. *Theriogenology* 55: 1619-1631.

- Newcombe, J. R., Cuervo-Arango, J. (2011): The Effect of Time of Insemination With Fresh Cooled Transported Semen and Natural Mating Relative to Ovulation on Pregnancy and Embryo Loss Rates in the Mare. *Reproduction in Domestic Animals*. 46: 678-681.
- Palmer, E., Guillaume, D. (1992): Photoperiodism in the equine species – what is a long night? *Animal Reproductive Science*. 28: 21-30.
- Pycock, J. F., Newcombe, J. R. (1996): The effect of the gonadotropin-releasing hormone analog, Buserelin, administered in diestrus on pregnancy rates and pregnancy failure in mares. *Theriogenology*. 46: 1097-1101.
- Rambags, B. P. B., Coendbrander, B., Stout, T. A. E. (2003): Early pregnancy loss in aged mares: probable causes and possible cures. *Pferdeheilkunde*. 19 (6): 653-656.
- Riddle, W. T., LeBlanc, M. M., Stromberg, A. J. (2007): Relationships between uterine culture, cytology and pregnancy rates in a Thoroughbred practice. *Theriogenology*. 68: 395-402.
- Sairanen, J., Nivola, K., Reilas, T., Katila, T. (2008): Factors affecting reproductive performance of Finnish trotter stallions. *Animal reproduction Science*. 107: 45-46
- Sairanen, J., Nivola, K., Katila, T., Virtala, A. – M., Ojala, M. (2009): Effects of inbreeding and other genetic components on equine fertility. *Animal*. 3 (12): 1662-1672.
- Samper, J. C. (2008): Induction of estrus and ovulation: Why some mares respond and others not. *Theriogenology*. 70: 445-447.
- Samper, J. C., Plough, T. (2010): Techniques for the insemination of low doses of stallion sperm. *Reproduction in domestic animals*. 45: 35-39.
- Schoon, H.-A., Schoon, D., Klug, E. (1997): Die Endometriumsbiopsie bei der Stute im klinisch-gynäkologischen Kontext. *Pferdeheilkunde*. 13: 453-464.
- Sielhorst, J., Köhne, M., Spilker, K.-C., Kahler, A., Brekle, C., Tönissen, A., Käser, R., Burger, D., Sieme, H. (2019): Aktuelle Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie der Endometritis bei der Stute. *Pferdespiegel*. 22: 75-88.
- Sieme, H., Schäfer, T., Stout, T. A. E., Klug, E., Waberski, D. (2003): The effects of different insemination regimes on fertility in mares. *Theriogenology*. 60: 1153-1164.
- Suires, E. L., Brubaker, J. K., McCue, P. M., Picket, B. W. (1998): Effect of sperm number and frequency of insemination on fertility of mares inseminated with cooled semen. *Theriogenology*. 49: 743-749.

- Squires, E. L. (2008): Hormonal Manipulation of the Mare: A Review. *Journal of Equine Veterinary Science*. 28: 627-634.
- Teschner, D., Grün, A., Kähn, W. (2011): Das equine Uterusödem – Vergleich zwischen Island- und Warmblutstuten. *Pferdeheilkunde*. 27 (3): 316-319.
- Van Eldik, P., van der Waaij, E. H., Ducro, B., Kooper, A. W., Stout, T. A. E., Colenbrander, B. (2006): Possible negative effects of inbreeding on semen quality in Shetland Pony stallions. *Theriogenology*. 65: 1159-1170.
- Vecchi, L., Sabbioni, A., Bigliardi, E., Morini, G., Ferrari, L., Di Ciommo, F., Superchi, P., Parmigiani, E. (2010): Relationship between body fat and body condition score and their effects on estrous cycles of the Standardbred maiden mare. *Vet. Res. Commun*. 34: 41-45.
- Veronesi, M.C., Battocchino, M., Faustini, M., Gandini, M., Cairoli, F. (2003): Relationship between pharmacological induction of estrous and/or ovulation and twin pregnancy in the Thoroughbred mares. *Domestic Animal Endocrinology*. 25: 133-140.
- Willmann, C., Schuler, G., Hoffmann, B., Parvizi, N., Aurich, C. (2011): Effects of age and altrenoges treatment on conceptus development and secretion of LH, progesterone and ECG in early-pregnant mares. *Theriogenology*. 75: 421-428.
- Wilson, C. G., Downie, C. R., Hughes, J. P., Roser, J. F. (1990): Effects of repeated hCG injections on reproductive efficiency in mares. *Equine veterinary science*. 10 (4): 301-308.
- Woods, J., Bergfelt, D. R., Ginther, O. J. (1990): Effects of time of insemination relative to ovulation on pregnancy rate and embryonic loss rate in mares. *Equine Veterinary Journal*. 22 (6): 410-415.

---

## 9. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei allen bedanken, die mich bei der Durchführung dieser Arbeit unterstützt haben:

- Herrn Univ.-Prof. Dr. Johannes Handler als Betreuer meiner Dissertation, der mir die Doktorarbeit ermöglicht und mich in jeglicher Hinsicht unterstützt hat
- Herrn Berthold Schlagheck als meinem damaligen Chef, der mir die praktischen Grundlagen der Stutengynäkologie gelehrt und mir die Datenerhebung für die Dissertation ermöglicht hat
- Herrn Dr. Gisbert Seegers für die Unterstützung während meines Studiums und in allen Lebenslagen, in denen man als junger Tierarzt einen guten Rat gebrauchen konnte
- Meinen lieben Eltern, meinen Schwiegereltern und meinem Bruder, Dr. Alejandro Schönhoff, die durch Ihre liebevolle Unterstützung die Grundlagen für das erfolgreiche Absolvieren der Promotion gelegt haben
- Meiner lieben Frau Christin, die mir immer wieder den Mut und Rückhalt zur Erstellung dieser Dissertation gegeben hat und ohne die alle wichtigen Schritte in meinem Leben nicht möglich wären.

---

## **10. Finanzierungshilfen und Interessenkonflikt**

Im Rahmen dieser Arbeit bestehen keine Interessenkonflikte durch Zuwendung Dritter und sie wurde finanziell nicht unterstützt.

---

## **11. Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe.

Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Stendal, den 09.04.2025

Armando-Rafael Schönhoff











9 783967 292817

**mbv**berlin mensch und buch verlag

49,90 Euro | ISBN: 978-3-96729-281-7