

EVALUIERUNG UND KLINISCHER EINSATZ
EINES AMBULANTEN FETALEN EKGS ZUR
ÜBERWACHUNG VON STUTEN IN DER
HOCHTRÄCHTIGKEIT

KATHARINA STÄHLI



INAUGURAL-DISSERTATION zur Erlangung des Grades eines **Dr. med. vet.**
beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2010

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2010

© 2010 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

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

Betreuer: Prof. Dr. A. Wehrend

**EVALUIERUNG UND KLINISCHER EINSATZ EINES
AMBULANTEN FETALEN EKGS ZUR ÜBERWACHUNG
VON STUTEN IN DER HOCHTRÄCHTIGKEIT**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines

Dr. med. vet.

beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Katharina Stähli

Tierärztin aus Tirschenreuth (Bayern)

Gießen 2010

Gefördert durch ein Stipendium in der Graduiertenförderung
der Konrad-Adenauer-Stiftung e.V. (Begabtenförderung)

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

Dekan: Prof. Dr. Dr. habil. G. Baljer

Gutachter/in: Prof. Dr. A. Wehrend
PD Dr. K. Fey

Tag der Disputation: 12.07.2010

Meinen Lieben

Teile und Auszüge aus der Arbeit sind folgendermaßen publiziert:

- Stähli K, S Ennen, A Wehrend (2009): Telemetric registration of electrocardiograms in equine fetuses during late gestation. *Reprod. Dom. Anim.* 44, Suppl. 1, 36
- Stähli K, S Ennen, A Wehrend (2009): Telemetrische Erfassung des Elektrokardiogramms bei Pferdefeten in der Hochgravidität. 17. Jahrestagung der FG „Innere Medizin und klinische Labordiagnostik“ der DVG, Berlin, *Tierärztl. Prax. (K)* 37, A 28
- Stähli K und A Wehrend (2009) (Vortrag Lublin): Use of telemetric electrocardiography for monitoring fetal and maternal heart rates in late pregnancy in mares, 21 st Symposium on Pregnancy, Parturition and Post partum, 24 – 26 Juli, 2009, Lublin, Polen
- Stähli K. und N Gembicki (2010): Einsatz der ambulanten telemetrischen Elektrokardiographie beim Pferd, *Tierärztl. Prax.* 38, (G), 31-36
- Stähli K, Ennen S, Wehrend A (2010): Nachweis einer lebenden Frucht bei einer Stute mit peripartaler Kolik mittels eines fetalen Elektrokardiogramms – Ein Fallbericht, *Prakt Tierarzt* angenommen
- Stähli K, Wehrend A (2010): Methodische Aspekte der Aufzeichnung eines telemetrischen, transabdominalen fetalen Elektrokardiogramms bei der trächtigen Stute, *Tierärztl. Prax.* angenommen

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Einleitung.....	1
2 Literatur.....	2
2.1 Fetales Monitoring in der equinen Reproduktionsmedizin	2
2.1.1 Indikationen für ein fetales Monitoring bei der Stute	2
2.2 Die fetale Herzfrequenz als Parameter der Vitalität.....	3
2.2.1 Referenzwerte.....	4
2.2.1.1 Pferd	4
2.2.1.2 Rind	10
2.2.1.3 Schwein	13
2.2.1.4 Kleiner Wiederkäuer	13
2.2.1.5 Hund und Katze	14
2.2.1.6 Mensch	16
2.2.2 Einflüsse auf die fetale Herzfrequenz beim Pferd	17
2.2.2.1 Fetale Herzfrequenzparameter	17
2.2.2.1.1 Basale Herzfrequenz	18
2.2.2.1.2 Akzelerationen	18
2.2.2.2 Pathologische Abweichungen.....	21
2.2.2.2.1 Pathologische Bradykardie	22
2.2.2.2.2 Pathologische Tachykardie.....	24
2.2.2.2.3 Arrhythmien	25
2.2.2.2.4 Dezelerationen.....	26
2.2.2.3 Veränderungen in der Herzfrequenzvariabilität.....	26
2.2.3 Beurteilung des fetalen Wohlbefindens.....	27
2.3 Methoden zur Messung der fetalen Herzfrequenz.....	28
2.3.1 Ultrasonographie.....	28
2.3.1.1 Doppler-Ultrasonographie.....	29

2.3.1.1.1	Transrektale Dopplersonographie.....	29
2.3.1.1.2	Transabdominale Dopplersonographie.....	30
2.3.1.2	Real-time Ultrasonographie	30
2.3.1.2.1	Transabdominale Real-time Ultrasonographie.....	30
2.3.1.2.2	Transrektale Real-time Ultrasonographie	31
2.3.2	Fetale Elektrokardiographie	32
2.3.2.1	Einsatzgebiete der fetalen Elektrokardiographie bei der trächtigen Stute.....	33
2.3.2.2	Material und Methodik	34
2.3.2.3	Vorbereitungen	35
2.3.2.4	Elektrodenmaterial und –platzierung	35
2.3.2.5	Auswertung des fetalen Elektrokardiogramms.....	38
2.3.3	Fetale Kardiotokographie	40
2.4	Veränderungen im maternalen Organismus im letzten Drittel der Trächtigkeit bei der Stute	40
2.4.1	Maternale Herzfrequenz.....	40
2.4.2	Maternale Atemfrequenz.....	44
2.4.3	Maternale Körpertemperatur	44
3	Material und Methoden	45
3.1	Probandenkollektiv	45
3.1.1	Gruppeneinteilung.....	46
3.2	Technische Ausrüstung	49
3.3	Untersuchungsverfahren und –rhythmen.....	50
3.3.1	Untersuchungen an den hochträchtigen Stuten	50
3.3.1.1	Klinische Untersuchung	50
3.3.1.2	Elektrokardiographische Untersuchung	51
3.3.1.2.1	Untersuchungen ante partum	51
3.3.1.2.2	Untersuchungen post partum.....	51
3.3.2	Untersuchungen an neugeborenen Fohlen.....	52
3.3.3	Untersuchungen an ingraviden Stuten	52

3.4	Untersuchungstechnik	53
3.4.1	Elektrokardiographische Untersuchungen	53
3.4.1.1	Anfertigung eines fetalen Elektrokardiogramms	54
3.4.1.2	Anfertigung eines maternalen / Standard- Elektrokardiogramms	56
3.5	Datenbearbeitung.....	57
3.6	Auswertung	58
3.6.1	Auswertung des fetalen Elektrokardiogramms	58
3.6.2	Auswertung des Standardelektrokardiogramms.....	62
3.7	Statistische Methoden	63
4	Ergebnisse.....	68
4.1	Probandenkollektiv	68
4.1.1	Geburt	69
4.1.1.1	Geburtsverlauf	69
4.1.2	Beurteilung der Neonaten	71
4.1.2.1	Giessener Vorsorgeschema	72
4.1.2.2	Segmentale Untersuchung	77
4.1.2.3	Schicksal post natum.....	79
4.2	Klinische Untersuchung	83
4.2.1	Körpertemperatur und Atemfrequenz.....	83
4.2.1.1	Trächtige Stuten der Verlaufsuntersuchung.....	83
4.2.1.2	Trächtige Stuten der Einzeluntersuchung	88
4.2.1.3	Ingravide Stuten.....	88
4.3	Etablierung der Methode	88
4.3.1	Akzeptanz	88
4.3.1.1	Akzeptanz bei den trächtigen Stuten der Verlaufsuntersuchung.....	88
4.3.1.2	Akzeptanz bei den trächtigen Stuten der Einzeluntersuchung.....	89

4.3.1.3	Akzeptanz bei den ingraviden Stuten	89
4.3.2	Elektrodenplatzierung	89
4.3.2.1	Elektrodenplatzierung an den trächtigen Stuten	89
4.3.2.1.1	Fetale Elektrokardiographie	89
4.3.2.1.2	Maternale Elektrokardiographie	95
4.3.2.2	Elektrodenplatzierung an ingraviden Stuten	95
4.3.3	Aktivität während der Messung	95
4.3.3.1	Aktivität der trächtigen Tiere	95
4.3.3.2	Aktivität der ingraviden Stuten	97
4.4	Ergebnisse der elektrokardiographischen Untersuchung	97
4.4.1	EKG-Parameter der trächtigen Stuten der Verlaufsuntersuchung.....	97
4.4.1.1	Mittelwert der maternalen Herzfrequenz	97
4.4.1.2	Minimum der maternalen Herzfrequenz.....	102
4.4.1.3	Maximum der maternalen Herzfrequenz.....	106
4.4.1.4	Rhythmus.....	110
4.4.2	EKG-Parameter der trächtigen Stuten der Einzeluntersuchung.....	114
4.4.2.1	Herzfrequenz	114
4.4.2.2	Rhythmus.....	115
4.4.3	Fetales Elektrokardiogramm	115
4.4.3.1	Prozentfehlerzeit.....	115
4.4.3.1.1	Verlaufsuntersuchung.....	117
4.4.3.1.2	Einzeluntersuchung	120
4.4.3.2	Fetale Herzfrequenzparameter der Verlaufsuntersuchung	121
4.4.3.2.1	Basale Herzfrequenz	121
4.4.3.2.2	Minimum der fetalen Herzfrequenz.....	123
4.4.3.2.3	Maximum der fetalen Herzfrequenz.....	125
4.4.3.2.4	Akzelerationen Typ I	127
4.4.3.2.4.1	Anzahl Akzelerationen Typ I.....	127
4.4.3.2.4.2	Kategorisierung	129
4.4.3.2.4.3	Amplitude der Akzelerationen Typ I.....	132
4.4.3.2.5	Akzelerationen Typ II	133
4.4.3.2.5.1	Anzahl Akzelerationen Typ II.....	133
4.4.3.2.5.2	Kategorisierung	136

4.4.3.2.6	Dauer der längsten Akzeleration.....	139
4.4.3.2.7	Dezelerationen.....	140
4.4.3.2.8	Rhythmusstörungen.....	140
4.4.3.3	Fetale Herzfrequenzparameter der Einzeluntersuchung	141
4.4.4	EKG-Parameter ingravider Stuten.....	143
4.5	Korrelation zwischen Parametern des fetalen Elektrokardiogramms und der Vitalität des Neonaten	143
4.6	Vergleich der Parameter der rohen und korrigierten fetalen Elektrokardiogramme	145
4.7	Korrelation zwischen der fetalen und maternalen Herzfrequenz.....	146
5	Diskussion	147
5.1	Diskussion der Fragestellung	147
5.2	Diskussion der Methode.....	147
5.2.1	Fetale Elektrokardiographie	149
5.2.2	Standardelektrokardiographie	153
5.2.3	Postnatale Untersuchung	154
5.3	Diskussion der Ergebnisse	155
5.3.1	Akzeptanz von Material und Messtechnik	155
5.3.2	Verlaufsuntersuchung	162
5.3.2.1	Maternale Parameter	162
5.3.2.2	Beurteilung der Neonaten	180
5.3.3	Zusammenhang zwischen den fetalen Parametern und den Ergebnissen der Giessener Vorsorgeschemata.....	183
5.3.4	Vergleich der Parameter der rohen und korrigierten fetalen Elektrokardiogramme	186
5.3.5	Zusammenhang zwischen fetaler und maternaler Herzfrequenz	187
5.3.6	Einzeluntersuchung.....	187

5.4	Schlussbetrachtung.....	190
6	Zusammenfassung	192
7	Summary.....	197
8	Anhang.....	201
8.1	Material und Methode	201
8.1.1	Probandenkollektiv.....	201
8.1.2	Anamnesebogen	202
8.1.3	Giessener Vorsorgeschema I und II.....	203
8.1.4	Segmentaler Untersuchungsgang.....	206
8.2	Einzelergebnisse.....	209
8.2.1	Übersicht über Stuten und Fohlen.....	209
8.2.1.1	Giessener Vorsorgeschema I und II	211
8.2.2	Verlaufsuntersuchung	213
8.2.2.1	Maternale Parameter	213
8.2.2.2	Fetale Parameter	225
8.2.3	Einzeluntersuchung.....	239
8.3	Ergebnisse der Varianzanalyse	241
8.3.1	Stute.....	241
8.3.2	Fetus	245
	Literaturverzeichnis	247
	Abbildungsverzeichnis	268
	Tabellenverzeichnis	274
	Formelverzeichnis.....	282

1 Einleitung

In der Humanmedizin spielt die Vitalitätserfassung und –überwachung des Fetus während der Schwangerschaft eine große Rolle. Bisher sind auf dem Gebiet der Stutengynäkologie und –geburtshilfe keine Methoden etabliert, die unter Praxisbedingungen erlauben, Aussagen zum Wohlbefinden des Fetus zu erlangen. Derartige Untersuchungsmethoden wären wünschenswert, um Risikograviditäten aus der Sicht des Fetus zu detektieren, um gegebenenfalls Maßnahmen zu ergreifen.

In der Literatur sind einige Studien über die Verwendung des Elektrokardiogramms zur Darstellung der fetalen Herzaktion bei der Stute zu finden. Limitierend ist, dass diese Methoden mit einem erheblichen apparativen Aufwand verbunden sind, sich Schwierigkeiten bei der Interpretation ergeben und kaum Daten zu Risikograviditäten und ungestörten Trächtigkeiten im unmittelbaren antepartalen Zeitraum zur Verfügung stehen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, folgende Fragestellungen zu beantworten:

1. Ist das telemetrische System mit Bluetooth-Übertragung geeignet, um elektrokardiographische Aufzeichnungen von Stuten und Feten zu erhalten?
2. Wie verhalten sich die Parameter bei hochträchtigen Stuten und Feten in der ante- und peripartalen Periode?
3. Gibt es eine Korrelation zwischen Parametern des fetalen Elektrokardiogramms und der Vitalität der Neonaten?
4. Besteht ein Unterschied zwischen Risikograviditäten und unauffälligen Trächtigkeiten?
5. Besteht eine Korrelation zwischen maternaler und fetaler Herzfrequenz?

2 Literatur

2.1 Fetales Monitoring in der equinen Reproduktionsmedizin

Eine Überwachung des Fetus in der Spätgravidität wird in der Humanmedizin regelmäßig durchgeführt und verfolgt das Ziel, gefährdete Feten zu detektieren. Das fetale Monitoring hat erst vor kurzem in der equinen Reproduktionsmedizin Anerkennung erhalten (TROEDSSON, 2007). Methoden für ein fetales Monitoring wurden ursprünglich für die Humanmedizin entwickelt und später an den equinen Pferdefetus im Endstadium der Trächtigkeit adaptiert (BUCCA et al., 2005; TROEDSSON, 2007). Die Kenntnis über das fetale Wohlbefinden dient als wichtige Entscheidungshilfe beim Abwägen einer möglichen Intervention während einer Trächtigkeit. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, durch die Detektion fetaler Stresszustände, perinatale Morbidität und die neonatale Mortalität zu reduzieren (REEF et al., 1995, 1996). Bei Anzeichen eines fetalen Todes kann eine Geburtseinleitung und Entwicklung des Fohlens notwendig werden (MCGLADDERY, 1999), jedoch ist die Möglichkeit eines Eingreifens beim Pferd im Gegensatz zum Mensch limitiert (ESTILL, 2006). Ein Grund hierfür ist beispielsweise die fehlende Möglichkeit einer Beschleunigung der equinen fetalen Reife (BUCCA et al., 2005).

2.1.1 Indikationen für ein fetales Monitoring bei der Stute

In der Literatur sind verschiedene Indikationen für die Erfordernis einer antepartalen Überwachung und Überprüfung des fetalen Gesundheitszustandes aufgeführt. Umstände während der Trächtigkeit wie zum Beispiel vorzeitige Euteranbildung und vorzeitiger Milchfluss, Vaginalausfluss, schwerwiegende Erkrankungen des Muttertieres wie Kolik, Torsio uteri, Traumata, schwere infektiöse Allgemeinerkrankungen, Operationen, ein abnorm vergrößerter Leibesumfang, Verdacht auf Vorliegen einer Zwillingsträchtigkeit oder eine verlängerte Graviditätsdauer werden als Indikationen angesehen. Auch vorberichtlich erwähnte Totgeburten, Aborte, Geburten unreifer Fohlen, neonatale Septikämien oder ein Versterben der Fohlen in der Neonatalphase bei vorangegangenen Trächtigkeiten können ein fetales Monitoring erforderlich machen (PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; ADAMS-BRENDEMUEHL, 1990; VAALA und SERTICH, 1994; REEF et al., 1996; REIMER, 1997; SCHOTT, 1993; MCGLADDERY, 1999;

HOFFMANN et al., 2005; PALMER, 2007; TROEDSSON, 2007, WALDRIDGE et al., 2007).

2.2 Die fetale Herzfrequenz als Parameter der Vitalität

Die Aufzeichnung der fetalen Herzfrequenz wird in der humanen Geburtshilfe vor allem in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft als Routineuntersuchung mit dem Ziel eingesetzt, das fetale Befinden zu beurteilen und Risikoschwangerschaften zu überwachen (JONKER et al., 1993; SMITH, 2008).

Die fetale Herzfrequenz gilt als sicherer Parameter zur Beurteilung der Vitalität des equinen Fetus (MATSUI et al., 1985; CURRAN und GINTHER, 1995, BUCCA et al., 2007). Weiterhin geben Herzfrequenz und Reaktionsmuster Hinweise auf fetales Wohlergehen und fetale Stresszustände (SCHOTT, 1993; BUCCA et al., 2007); so wird der reaktive Anstieg der fetalen Herzfrequenz im Rahmen fetaler Bewegungen als Zeichen fetaler Vitalität betrachtet (FRASER et al., 1973; COLLES et al., 1978; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1995, 1996; BUCCA et al., 2007).

Auch der fetale periphere Puls konnte zur Evaluierung der fetalen Vitalität herangezogen werden, wie BUCCA et al. (2007) in ihrer Studie belegten.

Die fetale Herzfrequenz kann nach Tierart differierend ab einem gewissen Gestationsstadium festgestellt werden und zeigt spezifische Veränderungen im Verlauf der Trächtigkeit.

Für die Tierarten Pferd (HOLMES und DARKES, 1968; MITCHELL, 1973; FRASER et al., 1973; PARKES und COLLES, 1977; COLLES et al., 1978; BUSS et al., 1980; MATSUI et al., 1984; PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; MATSUI et al., 1985, MATSUI, 1985; KÄHN und LEIDL, 1987; CURRAN und GINTHER, 1995; REEF et al., 1996;), Rind (TOO et al., 1965; LINDAHL et al., 1968; MITCHELL, 1973; MATSUI et al., 1984; MATSUI et al., 1985, MANSFELD und GRUNERT, 1989), Schaf (FRASER et al., 1971; BODDY et al., 1974, LLANOS et al., 1980, WALKER et al., 1978; CHAVEZ MORENO et al. 1996; FLETCHER et al., 2006), Schwein (FRASER et al., 1971; TOO et al., 1974, COHEN et al., 1997) ist erwiesen, dass die fetale Herzfrequenz tendenziell mit zunehmender Graviditätsdauer abnimmt, während sie beim Meerschwein (MEIER et al., 1983) ansteigt.

Auch beim Menschen konnte ein Abfall mit fortschreitender Schwangerschaft festgestellt werden (WHEELER und GUERARD, 1974; WHEELER und MURRILLS, 1978).

2.2.1 Referenzwerte

2.2.1.1 Pferd

Bereits früh in der Embryonalentwicklung kann eine Herzaktivität festgestellt werden. In den Untersuchungen von STOLLA et al. (2001) konnte mittels Farbdopplersonographie in Einzelfällen ab dem 18. Trächtigkeitstag, im Regelfall ab dem 20. Tag der Gravidität eine embryonale Herzaktion nachgewiesen werden. Mittels M-Mode gaben CURRAN und GINTHER (1995) den 21. Tag nach erfolgreicher Bedeckung beziehungsweise Besamung an.

Bei vielen Autoren decken sich die Angaben über die Veränderungen der Herzfrequenz mit fortschreitender Gravidität. Nach anfänglichem Anstieg und Erreichen eines Peaks, welcher nach CURRAN und GINTHER (1995) im dritten Monat erreicht wird, kommt es zu einem stetigen, laut MITCHELL (1973) signifikantem, Abfall mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt (HOLMES und DARKES, 1968; MITCHELL, 1973; FRASER et al., 1973; PARKES und COLLES, 1977; COLLES et al., 1978; BUSS et al., 1980; MEIER et al., 1983; MATSUI et al., 1984, 1985; PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; CURRAN und GINTHER, 1995; REEF et al., 1996, GIUSSANI et al., 2005). Nur KANAGAWA et al. (1966) konnten in ihren Versuchen kein Absinken der Frequenz mit fortschreitender fetaler Entwicklung feststellen.

Verantwortlich für die Abnahme ist das autonome Nervensystem, welches in die Regulation der fetalen Herzfrequenz involviert ist. Anhand von Untersuchungen an Schaf- und Schweinefeten konnte gezeigt werden, dass mit zunehmender Entwicklung des Fetus die Aktivität des Parasympathikus zu- und des Sympathikus abnimmt (VAPAAVOURI et al., 1973; WALKER et al., 1978; LLANOS et al., 1980; MACDONALD et al., 1981). Aufgrund des reziproken Effekts von Parasympathikus und Sympathikus am Herzen äußert sich diese Zunahme der parasymphatischen Aktivität in einer Frequenzminderung (LEVY, 1971). Laut MATSUI et al. (1984, 1985) und MCGLADDERY (1999) dürfte der Abfall der Herzfrequenz beim equinen Fetus durch denselben Mechanismus wie beim ovinen Fetus hervorgerufen werden.

MATSUI et al. (1985) sehen die fetale Herzfrequenz als einen Parameter für die fetale Maturität, weil die Abnahme mit zunehmender Trächtigkeitsdauer die funktionelle Reife des autonomen Nervensystems als Regulator des fetalen Herzens reflektiert.

In der Literatur finden sich diverse Angaben zur fetalen Herzfrequenz im Bezug zum Gestationstadium (Tabelle 1).

Gemäß der Untersuchung von COLLES et al. (1978) ist die fetale Herzfrequenz bei Ponies langsamer als bei Vollblutpferden.

STOLLA et al. (2001) stellten beim ersten Nachweis am 18. bis 20. Tag eine Frequenz von 97 – 111 Schlägen/ min fest. Vom ersten bis zum dritten Trächtigkeitsmonat schwanken die Angaben zur Herzfrequenz von 123 bis 196 Schlägen/ min (FRASER et al., 1973; PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; KÄHN und LEIDL, 1987; CURRAN und GINTHER, 1995). Für den vierten Graviditätsmonat wird eine Frequenz von 180/ min angegeben (PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984).

Tabelle 1: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min im ersten Trächtigkeitsdrittel (1. bis 4. Monat) beim Pferd (Tr Doppler = transrektale Dopplerultrasonographie, Ta Sono = transabdominale Ultrasonographie, Tr Sono = transrektale Ultrasonographie)

Autor	Methode	Tierzahl / Rasse	1. Monat	2. Monat	3. Monat	4. Monat
FRASER et al. (1973)	Tr Doppler	k. A. / Vollblut, Pony	-	-	180	-
PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984)	Ta Sono	10 / Vollblut, Quarter Horse, Araber	-	-	-	180
KÄHN und LEIDL (1987)	Tr Sono	162 / Vollblut, Traber	-	-	150 - 190	-
CURRAN und GINTHER (1995)	Tr Sono	56 / Pony	123 - 133	-	172 - 196	-
STOLLA et al. (2001)	Tr Sono	6 / Traber	167	176	-	-

k. A.: keine Angabe

Zwischen dem fünften und achten Monat werden Frequenzen angegeben, welche zwischen 95 und 140 Schlägen/ min schwanken (Tabelle 2) (LARKS et al., 1960; AMADA und SENDA; 1964; HOLMES und DARKE 1968; PARKES und COLLES, 1977; MATSUI et al., 1985; CURRAN und GINTHER, 1995; BUCCA et al., 2005, 2007).

Nur KÄHN und LEIDL (1987) konnten Frequenzen zwischen 80 und 180 Schlägen/ min feststellen.

In ihren elektrokardiographischen Untersuchungen an 45 trächtigen Stuten erhielten BUSS et al. (1980) an Tag 235 ± 45 eine Frequenz von $109 \pm 15,4$ /min.

Tabelle 2: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min im mittleren Trächtigkeitsdrittel (5. bis 8. Monat) beim Pferd (Tr Sono = transrektale Ultrasonographie, fEKG = fetale Elektrokardiographie, Ta Ultrasonographie = transabdominale Ultrasonographie)

Autor	Methode	Tierzahl / Rasse	5. Monat	6. Monat	7. Monat	8. Monat
LARKS et al. (1960)	fEKG	2 / Quarterhorse	-	120	-	-
AMADA und SENDA (1964)	fEKG	k. A. / Rennpferde	-	110 -140	-	-
HOLMES und DARKE (1968)	fEKG	11 / k. A.	-	-	85-100**	-
PARKES und COLLES (1977)	fEKG	12 / Pony 5 / Vollblut	100***	-	-	-
MATSUI et al. (1985)	fEKG	10 / Vollblut	-	-	110*	-
KÄHN und LEIDL (1987)	Tr Sono	162 / Vollblut, Traber	80 - 180	-	100 - 110	-
CURRAN und GINTHER (1995)	Tr Sono	56 / Pony	-	126 -130	-	-
BUCCA et al. (2005)	Ta., Tr. Sono	80 / Warmblut	-	100 -120	95 - 125	95 - 115
BUCCA et al. (2007)	Ta. Sono	46 / Warmblut	-	-	107,5 ± 6,9***	101,4 ± 7,3***

k. A.: keine Angabe

* die Werte wurden aufgrund ungenauer Zeitangaben in der Originalliteratur angepasst, dabei wurde von einer durchschnittlichen Trächtigkeitsdauer von 336 Tagen ausgegangen

** Trächtigkeitsstadium anhand des angegebenen Deck- und Untersuchungsdatums errechnet

*** Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

Es existieren differente Angaben zur fetalen Herzfrequenz in der Spätgravidität.

Im letzten Trächtigkeitsdrittel sinkt die fetale Herzfrequenz in einen Bereich von 55 bis 114 Schlägen/ min ab, meist wird eine Frequenz von 100 Schlägen/ min unterschritten (Tabelle 3).

Tabelle 3: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min im letzten Trächtigkeitsdrittel (9. bis 12. Monat) beim Pferd (Tr Sono = transrektale Ultrasonographie, FEKG = fetale Elektrokardiographie, Ta Ultrasonographie = transabdominale Ultrasonographie)

Autor	Methode	Tierzahl / Rasse	9. Monat	10. Monat	11. Monat	12. Monat
NÖRR (1921)	FEKG	2 / k. A.	-	-	86 - 100	-
LARKS et al. (1960)	FEKG	2 / Quaterhorse	96**	-	-	-
AMADA und SENDA (1964)	FEKG	k. A / Rennpferde	-	-	70	-
TOO et al. (1967a)	FEKG	1 / Halbblut	-	-	89	62
KANAGAWA et al. (1967)	FEKG	17 / Percheron	-	90 - 114	84 - 108	90 - 96
HOLMES und DARKE (1968)	FEKG	11 / k. A	90 - 105**	70 - 95**	90 - 105**	62 - 100*
PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984)	Ta. Sono	43 / Vollblut, Quarterhorse, Araber	-	-	60 - 80*	60 - 80*
MATSUI et al. (1985)	FEKG	10 / Vollblut	-	-	-	75*
ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987)	Ta. Sono	14 / Vollblut, Quarterhorse	-	-	76 ± 8	76 ± 8*
MACHIDA et al. (1987)	FEKG	10 / Vollblut	-	-	61 - 75	61 - 75
REEF et al. (1995)	Ta. Sono	32 / Vollblut, Warmblut	-	-	70 - 83	66 - 83
BUCCA et al. (2005)	Ta.,tr. Sono	80 / Warmblut	79 - 102	82 - 98	55 - 86	56 - 77
BUCCA et al. (2007)	Ta. Sono	46 / Warmblut	92,3 ± 7,6***	84,0 ± 8,3***	73,1 ± 6,4***	68,2 ± 6,2***

k. A.: keine Angabe

* die Werte wurden aufgrund ungenauer Zeitangaben in der Originalliteratur angepasst, dabei wurde von einer durchschnittlichen Trächtigkeitsdauer von 336 Tagen ausgegangen

** Trächtigkeitsstadium anhand des angegebenen Deck- und Untersuchungsdatums errechnet

*** Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

Im 9. Graviditätsmonat bewegte sich laut den Untersuchungsergebnissen von LARKS et al. (1960), HOLMES und DARKE (1968) und BUCCA et al. (2005, 2007) die Herzfrequenz zwischen 79 und 105 Schlägen/ min.

Für den 10. Trächtigkeitmonat wurde von KANAGAWA et al. (1967), HOLMES und DARKE (1968) und BUCCA et al. (2005, 2007) ein Herzfrequenzbereich zwischen 70 und 114 Schlägen/ min angegeben.

Ab dem 300. Trächtigkeitstag konnten Werte zwischen 55 und 108 Schlägen/ min verzeichnet werden (Tabelle 3), wobei die Frequenz meist unter 100 Schlägen/ min lag.

Im 12. Trächtigkeitmonat, ab dem 330. Tag, wurde ein Absinken der Herzfrequenz auf Werte zwischen 60 und 80 Schlägen/ min festgestellt (TOO et al., 1967a; KANAGAWA et al., 1967; PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; MATSUI et al., 1985; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1995; BUCCA et al. 2005). HOLMES und DARKE (1968) ermittelten jedoch im Unterschied zu den genannten Autoren höhere, BUCCA et al. (2005) hingegen niedrigere Werte.

Nach TROEDSSON (2007) verlangsamt sich die Herzfrequenz um etwa 10 Schläge/ min bei einer Trächtigkeitlänge von über 330 Tagen.

Bei einigen Autoren ließen sich nur ungenaue Angaben zum Verhältnis von Trächtigkeitsstadium und Herzfrequenz finden.

So geben zum Beispiel VAALA und SERTICH (1994) und ESTILL (2006) pauschal eine Herzfrequenz von 120/min vor dem 160. Tag ohne nähere Ausführungen und einem Abfall auf 60 bis 80 Schläge/ min bis zur Geburt an. Bei WALDRIDGE et al. (2007) findet sich für die Spätträchtigkeit ein Bereich von 60 - 120 Schlägen/ min und durchschnittlich 80 Schlägen/ min.

Die von FRASER et al. (1973) ermittelte Frequenz von 100 Schlägen/ min im geburtsnahen Zeitraum lag höher als bei den übrigen Autoren. Laut PARKES und COLLES (1977) variierte der Herzschlag der Frucht während der Gravidität zwischen 60 und 160 Schlägen/ min.

In den letzten Wochen vor der Geburt wiesen laut PALMER (2007) die equinen Feten Frequenzen zwischen 60 und 75 Schlägen/ min auf.

MATSUI et al. (1985) verzeichneten 150 Tage ante partum Werte von 110 Schlägen/ min, welche auf eine Rate von 75 Schlägen/ min im geburtsnahen Zeitraum beziehungsweise 60 bis 65 Schläge/ min unmittelbar vor der Geburt abfielen.

Ausführlich beschäftigten sich TOO et al. (1967a) mit der Entwicklung der Herzfrequenz im Zusammenhang mit der Geburt. Unmittelbar vor der Geburt am 336. Tag betrug die fetale Herzfrequenz 66 Schläge/ min und sank schließlich während der Geburt zwischen 54 und 66 Schlägen pro Minute ab.

MATSUI (1985) konnte in seiner Untersuchung an einer mit Zwillingen trächtigen Stute zwischen dem 241. und 323. Tag keinen Unterschied zwischen den Pulsraten beider Früchte feststellen, jedoch erschienen keine genauen Angaben zur Herzfrequenz der Feten.

Für die fetalen elektrokardiographischen Untersuchungen an 33 Stuten durch COLLES et al. (1978) und an 10 Vollblutpferden und 12 Shetlandponies durch MATSUI et al. (1984) fehlen konkrete Frequenzangaben.

2.2.1.2 Rind

Über die fetale Herzfrequenz bei der Kuh finden sich differente Angaben (Tabellen 4, 5, 6). Mit zunehmender Trächtigkeitlänge findet auch beim Rind ein Abfall der fetalen Herzfrequenz statt (TOO et al., 1965; LINDAHL et al., 1968; MITCHELL, 1973; MATSUI et al., 1984; MATSUI et al., 1985, MANSFELD und GRUNERT, 1989).

Tabelle 4: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min bis zum 4. Trächtigkeitsmonat beim Rind (Tr Sono = Transrektale Ultrasonographie, FEKG = fetale Elektrokardiographie)

Autor	Methode / Tierzahl	20. Tag	20. – 26. Tag	26. – 60. Tag	60. – 90. Tag	90. – 120. Tag
CURRAN et al. (1986a, 1986b)	Tr Sono / 15	188 ± 4,8*	150 - 170	150	-	-
KÄHN (1989)	Tr Sono / 19	-	-	-	140 - 160	140 - 160

* Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

Tabelle 5: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min vom 4. Trächtigkeitsmonat bis zum 7. Monat beim Rind (FEKG = fetale Elektrokardiographie, fetaler ia.Katheter = fetaler, intraarterieller Katheter, tr Sono = transrektale Ultrasonograp

Autor	Methode / Tierzahl	130. – 159. Tag	150. – 180. Tag	160. – 189. Tag	180. – 210. Tag	190. – 220. Tag
LARKS et al. (1960)	FEKG / 2	144	-	-	132	-
TOO et al. (1965)	FEKG / 10	-	-	142	-	141
TOO et al. (1967b)	FEKG / 6	-	-	-	-	-
LINDAHL et al. (1968)	FEKG / 46	150 ± 6,3*	-	151,1 ± 10,0 *	-	145,0 ± 12,5*
REEVES et al. (1972)	Fetaler ia Katheter / 35	-	-	142 ± 15*	-	130 ± 10*
KÄHN (1989)	Tr Sono / 19	-	130 - 140	-	130 - 140	-

* Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

Tabelle 6: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min vom 8. Trächtigkeitsmonat bis zur Geburt beim Rind (FEKG = fetale Elektrokardiographie, fetaler ia. Katheter = fetaler, intraarterieller Katheter, Tr Sono = transrektale Ultrasonographie)

Autor	Methode / Tierzahl	210. - 240. Tag	220. – 250. Tag	240. – 270. Tag	250. – 289. Tag	≥ 280. Tag
TOO et al. (1965)	FEKG / 10	-	128	-	120	-
TOO et al. (1967b)	FEKG / 6	-	-	-	-	78-120
LINDAHL et al. (1968)	FEKG / 46	-	135,8 ± 12,4*	-	119,2 ± 15,3*	-
REEVES et al. (1972)	Fetaler ia Katheter / 35	-	134 ± 20*	108 ± 14*	100 ± 17*	-
KÄHN (1989)	Tr. Sono / 19	130 - 140	-	130 - 140	-	-
MANSFELD und GUNERT (1989)	FEKG / 20	-	-	-	99 - 115	-
JONKER et al. (1993)	Kardiokographie / 5	-	-	-	111,3 ± 8,6*,**	111,3 ± 8,6*,**
JONKER et al. (1994)	Ta. Sono	-	-	-	105 ± 1,5*,**	-
BREUKEL-MAN et al. (2006)	Ta Doppler / 21	-	-	-	109 - 114	109 - 114

* Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

** die Werte wurden aufgrund ungenauer Zeitangaben in der Originalliteratur angepasst, dabei wurde von einer durchschnittlichen Trächtigkeitsdauer von 280 Tagen ausgegangen

MANSFELD und GRUNERT (1989) gaben für den Abschnitt 162. Tag bis 286. Tag Werte zwischen 103 und 133 Schlägen/ min an.

Bei MITCHELL (1973) lassen sich keine exakten Angaben zur Herzfrequenz des bovinen Fetus finden.

2.2.1.3 Schwein

Beim Schwein verlangsamt sich der fetale Herzschlag ebenfalls mit fortschreitendem Gestationsalter (FRASER et al., 1971; TOO et al., 1974, COHEN et al., 1997). Mithilfe einer Regressionsgleichung kann ausgehend von der fetalen Herzfrequenz das Alter des Fetus und damit der ungefähre Geburtstermin berechnet werden (FRASER et al., 1971, TOO et al., 1974). Die Angaben verschiedener Autoren sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Während der Geburt wurden bei Schweinefeten über einen intrauterin in die fetale Arteria carotis eingebrachten Katheter eine Herzfrequenz zwischen 130 und 220/min festgestellt (TAVERNE und RANDALL, 1983).

Tabelle 7: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min vom 26. Trächtigkeitstag bis zur Geburt beim Schwein (Ta Doppler = transabdominale Dopplerultrasonographie, fetaler ia.Katheter = fetaler, intraarterieller Katheter)

Autor	Methode / Tierzahl	26. – 39. Tag	40. – 59. Tag	60. – 79. Tag	80. – 99. Tag	100. – 114. Tag	≥ 114. Tag
TOO et al. (1974)	Ta Doppler / 70	232 ± 12*	229 ± 10*	217 ± 12*	203 ± 15*	189 ± 13*	-
MACDONALD et al. (1984)	Fetaler ia. Katheter / 18	-	-	-	-	188 ± 6*	-
COHEN et al. (1997)	Ta. Doppler / 8	-	-	-	-	170 - 210	150 - 170

* Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

2.2.1.4 Kleiner Wiederkäuer

Mit fortschreitender Trächtigkeit kann beim Schaf ein Abfall der fetalen Herzfrequenz beobachtet werden (FRASER et al., 1971; BODDY et al., 1974, LLANOS et al, 1980, WALKER et al., 1978; FLETCHER et al., 2006). In Untersuchungen ermittelte Werte sind in Tabelle 8 dargestellt. Nach FRASER et al. (1971), AIUMLAMAI et al. (1992) und CHAVEZ MORENO et al. (1996) konnte ,wie schon beim Schwein nachgewiesen, anhand der fetalen Herzfrequenz das Alter des Fetus und der

ungefähre Geburtstermin berechnet werden. Dies wurde mithilfe einer Regressionsgleichung festgestellt. BODDY et al. (1974) beschrieben anhand ihrer Messungen mittels eines fetalen aortalen Katheters vom 97. Trächtigkeitstag bis zur Geburt eine Abfall der fetalen Herzfrequenz um 0,67 Schläge/Tag. HERMNAS et al (2008) konnten durch subkutane Implantation eines Miniatur EKG-Sensors bei 2 Lammfeten über Telemetrie unter anderem die fetale Herzfrequenz erfassen. Zwischen dem 122. und 145. Tag wurden Herzfrequenzen zwischen 103 und 212 Schlägen/ min verzeichnet.

Tabelle 8: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min vom 61. Trächtigkeitstag bis zur Geburt beim Schaf (Ta Sono = transabdominale Ultrasonographie)

Autor	Methode / Tierzahl	61 – 90. Tag	91. - 120. Tag	121. – 140. Tag	> 140. Tag.
BOCKING et al. (1989)	Fetaler Aortenkatheter / 10	-	-	177 ± 4*	-
AIUMLAMAI et al. (1992)	Ta. Sono / 7	177 ± 9,4* - 194 ± 2,2*	167,0 ± 1,5* – 162,0 ± 4,1*	139,0 ± 15,7* – 122,0 ± 2,0*	117,7* ± 9,2*
FLETCHER et al. (2006)	Fetaler Aortenkatheter / 25	-	-	165 ± 5*	149 ± 7*

*Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

Für die mittels transabdominaler Ultrasonographie und Dopplerultrasonographie durchgeführten Untersuchungen zur fetalen Herzfrequenzbestimmung an 84 Schafen gaben CHAVEZ MORENO et al. (1996) keine Herzfrequenzen an.

2.2.1.5 Hund und Katze

In den meisten Studien werden nur einzelne, allgemeine Werte für die fetale Herzfrequenz beim Hund und bei der Katze während der Trächtigkeit angegeben, ohne die Veränderungen während der Gravidität zu beschreiben (Tabelle 9).

Auch in Lehrbüchern werden pauschal Normwerte, welche für gesunde Feten sprechen, genannt. Für den Hund finden sich Angaben von > 200 Schlägen/ min (ARUS, 2007; WEHREND, 2007).

Tabelle 9: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min während der Trächtigkeit bei Hund (Hd.) und Katze (Ktz.) (Ta Sono = transabdominale Ultrasonographie, Ta Doppler = transabdominale Dopplerultrasonographie)

Autor	Methode	Anzahl Hd. / Ktz.	Fetale Herzfrequenz Hund / Katze
VERSTEGEN et al. (1993)	Ta. Sono	15 / 15	230,2 ± 15,4* / 228,2 ± 35,5*
ZONE und WANKE (2001)	Ta. Sono	30 / -	157 – 272 / -
	Ta. Doppler		140 – 250 / -

*Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

VERSTEGEN et al. (1993) präsentierten als erste den Herzfrequenzverlauf im Bezug zum Gestationsstadium beim Hund (Tabelle 10). Bei der trächtigen Hündin kann mittels transabdominaler Ultrasonographie die fetale Herzaktion ab dem 23. bis 25. Tag nach dem LH-Peak detektiert werden (YEAGER und CONCANNON, 1990; VERSTEGEN et al., 1993). POLITT (2004) konnte in ihren Untersuchungen die Herzfrequenz bei einigen Früchten am 21. Tag post ovulationem und bei allen Früchten sicher ab dem 27. Tag post ovulationem sonographisch darstellen.

Tabelle 10: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min während der Trächtigkeit beim Hund (Ta Sono = transabdominale Ultrasonographie)

Autor	Methode / Tierzahl	21. – 24. p. ov.	25. – 29. Tag	40. – 44. Tag	50. Tag	60. Tag - Partus	61. Tag
JACKSON und NICHOLSON (1979)	Ta. Sono / 1	-	-	-	180 - 220	-	-
VERSTEGEN et al. (1993)	Ta. Sono / 15	-	214 ± 13,3*	238,2 ± 16,1*	-	218 ± 6,7*	-
POLITT (2004)	Ta. Sono	192*	-	-	-	241	212*

*Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

Bei der Katze präsentierte sich die fetale Herzfrequenz nach erster Detektion am 25. Tag nach der Bedeckung über die gesamte Trächtigkeit gleich bleibend (VERSTEGEN et al., 1993) (Tabelle 9).

2.2.1.6 Mensch

Die Herzfrequenz des humanen Fetus zeigt einen Abfall mit zunehmender Schwangerschaftsdauer (IBARRA – POLO et al., 1972; WHEELER und GUERARD, 1974; WHEELER und MURRILLS, 1978) (Tabelle 11).

Tabelle 11: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min während der Schwangerschaft beim Mensch (Wo.: Woche nach Amenorrhoe, Ta Sono = transabdominale Ultrasonographie, Ta Doppler = transabdominale Dopplerultrasonographie, FEKG = fetale Elektrokardiographie)

Autor	Methode / Patienten- zahl	11. Wo.	20. Wo.	28. Wo.	30. Wo.	21. – 30. Wo.	31. – 40. Wo.	40. Wo.
IBARRA- POLO et al. (1972)	Ta. Sono / 24	162**	147**	-	139**	-	140**	-
WHEELER und GUERARD (1974)	Ta. Doppler / 15	-	-	141,6 **	-	-	-	127,2 **
WHEELER und MURRILLS (1978)	FEKG / 97	-	-	-	-	141,2 ± 5,2*	133,7 ± 7,7	-
ALLAN et al. (1983)	Ta. Sono / 23	-	140 ± 20**	-	-	-	-	130 ± 20**

Angabe als mittlere Herzfrequenz ± Standardabweichung

** Angabe als mittlere Herzfrequenz

IBARRA-POLO et al. (1972) befassten sich mit der Messung der fetalen Herzrate während der gesamten Schwangerschaft und stellten nach einem Abfall von der 11.

bis zur 30. Woche (Tabelle 11) von der 31. Woche bis zur Geburt eine relativ gleich bleibende fetale Herzfrequenz mit einem durchschnittlichem Wert von 140/min fest.

2.2.2 Einflüsse auf die fetale Herzfrequenz beim Pferd

Insgesamt unterliegt die Herzfrequenz des Fetus einer großen Schwankungsbreite (KANAGAWA et al., 1966; HOLMES und DARKE, 1968; BUSS et al., 1980; MATSUI et al. 1985; KÄHN und LEIDL, 1987; SCHOTT, 1993; WILKINS, 2006; ESTILL, 2006), weswegen es sich schwierig gestaltete, Abweichungen ohne Vorliegen von Langzeitaufnahmen zu diagnostizieren (BUSS et al., 1980).

Schwankungen in der fetalen Herzfrequenz sind Reaktionen auf physiologische und pathologische Reize (STEFFEN et al., 1995) und werden durch Baro- und Chemorezeptoren, sowie sympathische und parasymphatische Einflüsse (BOCKING, 2003) als Ausdruck der Kontrolle durch das autonome Nervensystem vermittelt (ADAMS-BRENDEMUEHL, 1990).

Beeinflusst wird die fetale Herzaktion durch fetale (Aktivität, Bewegung), maternale (Körpertemperatur, körperliche Aktivität) und plazentare (Blutfluss, Uteruskontraktionen) Faktoren (SCHNEIDER und GNIRS, 2000a), sowie verabreichte/ eingenommene Medikamente (MATSUI et al., 1985).

Insgesamt sieht BUCCA (2006) die fetale Herzfrequenz und deren Variabilität als zwei der sensitivsten Indikatoren für das fetale Wohlergehen an.

2.2.2.1 Fetale Herzfrequenzparameter

Die fetale Herzfrequenz setzt sich beim Pferd, wie auch beim Menschen, aus der basalen Herzfrequenz und den Herzfrequenzalterationen, welche in Herzfrequenzbeschleunigungen (Akzelerationen) und –verlangsamungen (Dezelerationen) unterteilt werden, zusammen (HON, 1963; WHEELER und MURRILLS, 1978; MATSUI et al. 1985; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987).

2.2.2.1.1 Basale Herzfrequenz

Als basale Herzfrequenz beim Pferd definierten MATSUI et al. (1985), in Orientierung an WHEELER und MURRILLS (1978) in der Humanmedizin, die mittlere Herzfrequenz, welche sich über fünf Minuten innerhalb eines 20minütigen Untersuchungsintervalles am beständigsten präsentierte. ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) gaben trotz Verwendung des Begriffes keine Definition für die basale Herzfrequenz an.

In der Humanmedizin definierten ROTH et al. (1987) die basale Herzfrequenz als Herzfrequenz, welche sich innerhalb einer Periode von 5-10 Minuten am beständigsten bei Abwesenheit von Ak- und Dezelerationen präsentiert. AYRES-DE-CAMPOS et al. (2004) modifizierten diese Definition und legten folgendes fest: Die fetale Herzfrequenz sollte in Aufzeichnungen von mindestens zehn Minuten bestimmt werden. Sie stellt einen einzelnen Wert dar (zum Beispiel eine gerade Linie), welcher der mittleren fetalen Herzfrequenz der niedrigsten, stabilen, horizontalen, mindestens zwei Minuten anhaltenden Segmente entspricht.

Laut ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) betrug die physiologische Schwankungsbreite um die basale Herzfrequenz 7 - 15 Schlägen/ min.

2.2.2.1.2 Akzelerationen

Änderungen in der fetalen Herzfrequenz sind von einem funktionierendem Zentralnervensystem abhängig und treten physiologischerweise zum Beispiel in Form von transienten Tachykardien, sprich Akzelerationen, als Antwort auf fetale Aktivitätsphasen und Fruchtbewegungen oder Milieuveränderungen auf (HOLMES und DARKE, 1968; COLLES et al., 1978; MATSUI et al, 1985; REEF et al., 1995; MCGLADDERY, 1999; TROEDSSON, 2007; PALMER, 2007). Nach ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) und REEF et al. (1996) beziehungsweise PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984) führen fetale Aktivitäten zu einer Herzfrequenzzunahme von 25 - 40 Schlägen/ min für eine Dauer von circa 30 Sekunden beziehungsweise 20 Schlägen/ min. Laut MATSUI et al. (1985) kann von einer Herzfrequenzakzeleration als kurze Tachykardie gesprochen werden, wenn die Herzfrequenz für mindestens 30 Sekunden um mindestens 10 % des Wertes der basalen Herzfrequenz über den Basalwert ansteigt. VAALA und SERTICH (1994) sprachen bei einer Zunahme um 10- 25 Schläge/ min von einer Akzeleration.

Die Akzelerationen stellen somit eine Antwort auf spontane fetale Aktivitätsphasen dar. Während einer Beobachtungszeit von zehn Minuten konnten von ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) und REEF et al. (1996) durchschnittlich zehn Herzfrequenzakzelerationen festgestellt werden. Laut COLLES et al. (1978) waren diese intermittierenden Frequenzerhöhungen eine häufige und normale Erscheinung ab dem 150. Trächtigkeitstag. NÖRR (1921) beobachtete eine durch Manipulation am Stutenkörper verursachte Erhöhung der fetalen Pulsrate ohne Angabe eines genauen Wertes.

ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) und REEF et al. (1995) konnten bei ihren ultrasonographischen Untersuchungen regelmäßig fetale Bewegungen ohne Anstieg der Herzaktion beobachten, jedoch Beschleunigungen der Herzfrequenz ohne fetale Aktivität nur in 5% der Fälle.

Fetale Aktivitätsphasen variieren aufgrund des Auftretens von Wach-Schlaf-Rhythmen im Verlauf des Tages (FRASER et al., 1975, ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987). FRASER et al. (1975) beschäftigten sich ausführlich mit der Thematik der quantitativen Bewegungsaktivität beim Pferdefetus unter Nutzung der transrektalen Sonographie. Sie unterteilten fetale Bewegungen in einfache, einzelne, komplexe Bewegungen und langdauernde Aktivitätsphasen. Einfache Bewegungen wie zum Beispiel Beugen oder Strecken der Extremitäten, des Kopfes, des Rückens, wie auch von PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984) und ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) in ihren transabdominalen, ultrasonographischen Untersuchungen beobachtet, traten ab dem dritten Graviditätsmonat auf. Dies erwähnten bereits FRASER et al. (1973). Derartige, einfache Bewegungen stellen eine Art Training für eine ausreichende Entwicklung von Muskulatur und Gelenken dar und konnten häufig und regelmäßig mit einer Frequenz von neun Einzelbewegungen innerhalb von zehn Minuten beobachtet werden. Desweiteren wurden auch komplexe Bewegungen ausgeführt, welche aus mindestens drei bis fünf charakteristischen Komponenten und Einzelbewegungen zusammengesetzt sind. Im letzten Trächtigkeitsviertel nahmen komplexe Bewegungsmuster überhand und betrug im elften Monat durchschnittlich 20 pro Stunde mit einem deutlichen Anstieg 5 bis 12 Tage vor der Geburt. Diese komplexen Bewegungen waren jedoch in ihrer Frequenz nicht so regelmäßig wie Einzelbewegungen (FRASER, 1975). Langandauernde, aus komplexen Bewegungen bestehende, Aktivitätsphasen nahmen in ihrer Häufigkeit mit Annäherung an den

Geburtszeitpunkt zu (FRASER et al., 1973; FRASER, 1975) und konnten bis zu einer Stunde oder länger andauern (PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984). Aufgrund der Zunahme der fetalen Bewegungsaktivität mit fortschreitender Gravidität konnte eine Zunahme der Frequenz und des Ausmaßes der damit verbundenen Herzfrequenzakzelerationen mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt verzeichnet werden (MATSUI et al., 1985; PALMER, 2000). Diese Zusammenhänge wurden auch in der Humanmedizin beobachtet (WHEELER und MURRILLS, 1978).

PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984) beobachteten wie ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) auch fetale Rotationen um die Längsachse von bis zu 360 Grad. Die fetale Aktivität erreichte drei Tage vor der Geburt ihren Peak (FRASER et al., 1975; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987). Auch ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) berichteten, dass 5 bis 72 Stunden vor der Geburt die lebhafteste fetale Aktivität und darauf hin eine gesteigerte Antwort der Herzfrequenz beobachtet wurden. REEF et al. (1995) konnten diese Beobachtung jedoch nicht bestätigen.

FRASER et al. (1975) trafen Aussagen über fetale Schlafphasen. Derartige Phasen ohne detektierbare fetale Aktivität traten in allen Stadien der Gravidität auf, jedoch deutlicher bei älteren Feten. Während im mittleren Trächtigkeitsstadium oft Schlafphasen mit einer Dauer von 5 bis 10 Minuten festgestellt wurden, dauerten jene in einem fetalen Alter von 10 - 11 Monaten durchschnittlich zehn Minuten, wobei auch Schlafphasen von 30 – 60 Minuten festgestellt werden konnten.

Periodische Beschleunigungen der Herzfrequenz in Assoziation mit fetaler Bewegung sind als positiv zu bewerten, deuten auf fetale Vitalität hin und nehmen in ihrer Häufigkeit mit zunehmender Graviditätsdauer zu (COLLES et al., 1978; HOSAKA, 1989; ESTILL, 2006, PALMER, 2007).

COLLES et al. (1987) beschrieben einen vorübergehenden Anstieg der Herzfrequenz zwischen dem 220. und 290. Tag, was wahrscheinlich auf eine erhöhte fetale Aktivität zurückzuführen war.

BUCCA et al. (2005) konnten, aufgrund von sonographischen Untersuchungen an 80 Warmblutstuten, Herzfrequenzen während fetaler Aktivitätsphasen angeben (Tabelle 12).

Tabelle 12: Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz in Schlägen/ min ($\bar{x} \pm s$, Min – Max) vom 6. bis 12. Trächtigkeitmonat während fetaler Aktivität ermittelt über transrektale und –abdominale Ultrasonographie (BUCCA et al., 2005)

6. Monat	7. Monat	8. Monat	9. Monat	10. Monat	11. Monat	12. Monat
130 ± 11,7	140 ± 19,8	124 ± 9,8	107 ± 9,6	110 ± 14,9	90,7 ± 16	86 ± 10,8
113 – 146	115 – 176	111 – 143	90 – 120	92 – 136	70 – 140	71 – 105

Nach ESTILL (2006) konnten in der Spätgravidität in Verbindung mit fetaler Aktivität Frequenzen von 110 Schlägen/ min erzielt werden. COLLES et al. (1978) gaben einen Anstieg von 93 auf 111 Schläge/ min während rektal detektierter fetaler Bewegungen an.

2.2.2.2 Pathologische Abweichungen

Aufgrund der Abhängigkeit des Fetus vom Muttertier in Bezug auf Sauerstoffversorgung und Ernährung, müssen fetale Kompensationsmechanismen bei ungünstigen Bedingungen und ungenügender Bereitstellung von wichtigen Substraten eine effektive Umverteilung dieser Substrate sicherstellen (PALMER, 2007). Dies kann nur über eine Änderung des Herzminutenvolumens und somit der Herzfrequenz geschehen, da der Fetus nur hierüber zur Kompensation fähig ist (STEFFEN et al., 1995).

Konstant erhöhte oder erniedrigte Herzfrequenzen werden mit fetalem Stress in Verbindung gebracht (TROEDSSON, 2007; PALMER, 2007). Es können Bradykardien oder Tachykardien auftreten, welche COLLES et al. (1978) folgendermaßen definierten: Herzfrequenzen welche mindestens zwei Standardabweichungen über dem für das entsprechende Trächtigkeitsstadium gültigen Referenzwert lagen, wurden als tachykard beurteilt. Vergleichbares galt für die Unterschreitung der Herzfrequenz um mindestens zwei Standardabweichungen, was die Autoren als Bradykardie einstufen. Auch REEF et al. (1996) betrachteten derartige Frequenzabweichungen als abnormal. COLLES et al. (1978) fanden persistierende Tachykardien bei mindestens einem von drei später abortierten Vollblutfeten. Eine Tachykardie mit anschließender Bradykardie stellten die Autoren bei einem später abortierten Ponyfetus fest. REEF et al. (1996) berichteten von

Herzfrequenzabnormalitäten, wie zum Beispiel Brady- und Tachykardien, bei fünf Pferdefeten in der Spätgravidität, von denen nur ein Fohlen nach der Geburt als vital beurteilt werden konnte. Die anderen wurden abortiert, tot oder prämaturn geboren.

Auch MCGLADDERY (1999) beobachtete einen Zusammenhang zwischen fetalen Herzraten, die entweder viel höher oder viel niedriger als für das jeweilige Gestationsstadium erwartet lagen, und fetalen Anomalien. In den sonographischen Untersuchungen von REIMER (1997) an 122 Stuten mit einer als riskant eingestuften Trächtigkeit, traten ebenfalls in einigen Fällen unverhältnismäßig hohe oder niedrige fetale Herzfrequenzen auf, ohne dass genaue Angaben zu Tierzahlen und Frequenzen erhoben wurden.

Ein Ausbleiben der Frequenzerhöhung im Zusammenhang mit fetalen Bewegungen, wie es laut VINTZILEOS et al. (1991) beim humanen Fetus im Rahmen einer akuten Hypoxie als erste Folge auftritt, könnte laut REEF et al. (1996) ein sensibleres Anzeichen für fetalen Stress sein als Veränderungen in der basalen Herzfrequenz.

Grundsätzlich wird bei dauerhafter Über- oder Unterschreitung eine Nachuntersuchung innerhalb von 24 Stunden empfohlen (PALMER, 2007).

2.2.2.2.1 Pathologische Bradykardie

Wie Versuche an Schaffeten zeigten, kann eine für das entsprechende Gestationsalter pathologische fetale Bradykardie auf Stresszustände in utero zurückgeführt werden und tritt normalerweise bei hypoxämischen (ASSALI et al., 1962) Zuständen beziehungsweise bei Asphyxie des Fetus auf (COLLES et al., 1978; SCHOTT, 1993; ESTILL, 2006).

Der Begriff der fetalen Asphyxie bedeutet einen insuffizienten oder fehlenden Austausch der Atemgase in den Körperzellen, was sich letztendlich durch eine Hypoxie, Hyperkapnie und Azidose äußert (CARTER, 1988; PARER und LIVINGSTON, 1990).

Auslöser fetaler Hypoxämien/ Asphyxien können plazentare/ uterine und okklusionsbedingte umbilikale Minderperfusionen sowie hypoxämische Verhältnisse des Muttertieres sein (JENSEN et al., 1989; SCHOTT, 1993; PALMER, 2007). Versuche zu dieser Thematik wurden an intrauterinen, katheterisierten Schaffeten in der Spätträchtigkeit durchgeführt, sowie an Schweine- und Hundefeten. Die fetalen, intrauterinen Hypoxien wurden auf unterschiedliche Weisen generiert. Einige Autoren verabreichten den trächtigen Mutterschafen Gasmische mit niedrigem

Sauerstoffgehalt zur Inhalation (BODDY et al., 1974; YU et al., 1998, FLETCHER et al., 2006), in anderen Studien wurde über Kompression von maternalen oder fetalen Gefäßen durch Reduktion des plazentaren Blutflusses im Fetus eine Hypoxie ausgelöst (ASSALI et al., 1962, BOCKING et al., 1989). Ebenso reagierten Schweinefeten auf eine Okklusion der Nabelschnur, sowie Hundefeten auf eine Kompression der mütterlichen abdominalen Aorta mit einer Bradykardie (RANDALL GC, 1979; MONHEIT et al., 1988; ABITBOL et al., 1992).

Bei Vorliegen einer Hypoxie oder Asphyxie laufen im Fetus verschiedene Kompensationsreaktionen ab (PARER und LIVINGSTON, 1990; WILKINS, 2006; ESTILL 2006; PALMER 2006). Im Gegensatz zu adulten Tieren, welche bei einer Sauerstoffunterversorgung mit einer Steigerung der Herzaktion und Atmung antworten, reagieren Feten auf eine Hypoxie mit einer Bradykardie, um mit dem knapper werdenden Sauerstoff ökonomisch umzugehen, wie Versuche an trächtigen Schafen zeigten (ASSALI et al., 1962; BOCKING et al., 1989; YU et al., 1998; FLETCHER et al., 2006). Diese Verlangsamung der Herzfrequenz kann initial und terminal beobachtet werden (PALMER, 2007). Nach anfänglicher Bradykardie mit gleichzeitigem Verlust periodischer Herzfrequenzakzelerationen entwickelt sich mit fortschreitender Sauerstoffunterversorgung wegen Dekompensation, verursacht durch Verlust zentraler Kontrollmechanismen eine persistierende Tachykardie mit anschließender terminaler Bradykardie (PALMER, 2007).

Dieser zentrale Regelmechanismus der Bradykardie stellt eine vagale Antwort auf die durch periphere Chemorezeptoren detektierte Hypoxie im Blut dar, wie verschiedene Studien an Schaffeten zeigten (YU et al., 1998; SCHOTT, 1993, FLETCHER et al., 2006).

Zusätzlich kommt es zur Gewährleistung der Sauerstoffversorgung lebenswichtiger Organe über Vasokonstriktion im peripheren Kreislauf zu einer Umverteilung des Blutes in Richtung Herz, Gehirn und Nebenniere. Diese Kreislaufzentralisation erfolgt auf Kosten der Durchblutung von Nieren, Magen-Darmtrakt, Leber, Lunge und Muskulatur und führt folglich zu einer Reduktion von Wachstum und fetaler Bewegungsaktivität (JENSEN et al., 1999; ESTILL, 2006). Neben der reduzierten fetalen Aktivität wird ein Verlust der fetalen Reaktivität der Herzfrequenz beobachtet, was sich in einem Ausbleiben eines Herzfrequenzanstieges als Antwort auf fetale Bewegungen äußert (VAALA, 1999). Mittels all dieser Anpassungsreaktionen ist es dem Fetus möglich, diese Reduktion der Sauerstoffversorgung und des

–verbrauches für eine Zeitdauer von bis zu 45 Minuten zu tolerieren. Bei länger andauernder Asphyxie muss mit intrauteriner Wachstumsretardierung, dauerhafter neurologischen Schäden oder fetalem Tod gerechnet werden, mit einer Schwere je nach Hypoxiegrad (JENSEN et al., 1999; SCHOTT, 1993).

Einige Autoren gaben Werte für eine als zu niedrig eingestufte, fetale Herzfrequenz an. REEF et al (1996) sprachen von einer abnormalen Pulsrate, wenn bei einem Trächtigkeitssalter von weniger als 330 Tagen die Frequenz niedriger als 57 Schläge/ min lag und wenn bei einem Alter von mehr als 330 Tagen die Herzfrequenz unter 50 Schläge/ min absank. Im Gegensatz dazu stufte REIMER (1997) ein Vorliegen von fetalen Herzraten unter 80 Schlägen/ min im 10. Trächtigungsmonat als pathologisch ein.

Als Anzeichen für Komplikationen beim Fetus sahen KNOTTENBELT et al. (2007a) eine Bradykardie mit Frequenzen von unter 60/ min und führten diese auf Schmerz oder Schwäche zurück, wohingegen PALMER (2007) Werte unter 60/min nur dann als verdächtig einstuft, wenn Akzelerationen fehlten. MCGLADDERY (1999) beurteilte eine Herzfrequenz von weniger als 50 Schlägen/ min in der Spätgravidität als pathologisch.

Die Bradykardie als Ausdruck einer zentralnervösen Depression wurde als zuverlässigster Indikator eines bevorstehenden fetalen Todes angesehen (COLLES et al., 1978).

Bradykardien konnten PIPERS und ADAM-BRENDEMUEHL (1984), COLLES et al. (1978), ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) und REEF et al. (1996) in ihren Studien feststellen. Eine Bradykardie konnte laut COLLES et al. (1978) bei einer normal verlaufenden Trächtigkeit nicht nachgewiesen werden.

2.2.2.2 Pathologische Tachykardie

Laut PALMER (2007) deuten anhaltende Tachykardien ohne fetale Aktivität auf Komplikationen hin. Sie werden auch von ESTILL (2006) als pathologisch angesehen. Eine merklich erhöhte beziehungsweise eine stark variierende fetale Pulsrate kann auf fetalen Stress hinweisen und durch schmerzhaftes, systemische Vorgänge im mütterlichen Organismus, wie zum Beispiel durch das Auftreten von Koliken hervorgerufen werden (REEF et al., 1996) oder während Fieber, Dehydratation, sowie bei fetaler Anämie oder fetalen/ plazentaren Infektionen auftreten (SCHOTT, 1993; ESTILL, 2006).

Als Richtwerte für eine Tachykardie wurden von KNOTTENBELT et al. (2007a) Frequenzen von über 200/min zwischen dem 120. und 220. Tag oder über 110/min in den beiden letzten Trächtigkeitsmonaten angegeben. Auch MCGLADDERY (1999) stellte fest, dass bei einem bewegungsinaktiven Fetus mit einer Pulsrate von über 100 Schlägen/ min in der Spätgravidität mit einer Abnormalität zu rechnen war. COLLES et al. (1978) konnten bei elektrokardiographischen Untersuchungen während einer eingeleiteten Geburt bei einem Fetus eine Herzfrequenz von über 300 Schlägen pro Minute dokumentieren. Dieser Neonat zeigte postnatal Anzeichen eines Fehlanpassungssyndromes.

Als pathologisch erhöhte Herzfrequenzen klassifizierten REEF et al. (1996) Werte von über 104 Schlägen/ min ab dem 298. Trächtigkeitstag, PALMER (2007) sah konstant erhöhte Werte über 120/min als verdächtig an.

Eine persistierende Erhöhung der Herzfrequenz zeigt laut WILKINS (2006) eine stärkere Gefährdung des Fetus als eine Bradykardie an.

2.2.2.2.3 Arrhythmien

Der Rhythmus des fetalen Herzschlages wurde in den meisten Studien als regelmäßig ohne das Auftreten von Arrhythmien beschrieben (NÖRR, 1921; HOLMES und DARKE, 1968; PARKES und COLLES, 1977; REEF et al., 1995, 1996; BUCCA et al., 2005, YAMAMOTO et al., 1992). Pränatale Arrhythmien werden nach KNOTTENBELT et al. (2007a) mit Anomalien des Fetus und einer gestörten Trächtigkeit in Zusammenhang gebracht. Nach REEF et al. (1996) stellten Arrhythmien Marker für fetale Stresszustände dar und wurden bei Pferdefeten gefunden, die nicht überlebten, wohingegen bei klinisch unauffälligen Neugeborenen nur selten Arrhythmien im fetalen Elektrokardiogramm auftraten (YAMAMOTO et al., 1991).

Bereits FRASER et al. (1971) machten die Beobachtung von Arrhythmien bei einem später abortierten Pferdefetus, bei welchem sich eine verschlungene Nabelschnur als Ursache des fetalen Todes herausstellte. Dies bestätigte auch die Untersuchung von PARKES und COLLES (1977), bei der fetale Arrhythmien bei Stuten auftraten, welche innerhalb von zehn Tagen nach der Messung abortierten. Jedoch konnten auch bei zwei unauffälligen, trächtigen Stuten Unregelmäßigkeiten im Rhythmus festgestellt werden. Die Besonderheit bei diesen beiden Tieren waren zum einen

Schwierigkeiten beim Einfangen und zum anderen dass die Stuten unmittelbar vor der Messung anstrengendem Training unterzogen worden waren. Auch COLLES et al. (1978) berichteten von Arrhythmien bei vier später abortierten Feten, jedoch auch bei zwei normal verlaufenden Trächtigkeiten. Ebenso ermittelte REIMER (1997) fetale Arrhythmien bei zwei Feten, wovon ein Fetus prämaturn geboren wurde.

2.2.2.2.4 Dezelerationen

Fetale Dezelerationen der Herzaktivität wurden von ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) bei auffälligen Stuten beobachtet. Eine Definition dieses Parameters fehlt jedoch.

2.2.2.3 Veränderungen in der Herzfrequenzvariabilität

Die Herzfrequenzvariabilität als Variabilität in der Länge des individuellen Schlag – zu – Schlag - Intervalls ist ein wichtiger Parameter im Rahmen der fetalen Herzfrequenzermessung (PALMER, 2007). Sie reflektiert die Variabilität der neuronalen Kontrolle (YU et al., 1998) und kann ebenfalls pathologischen Veränderungen unterliegen. Bei hypoxämischen Zuständen im Fetus kann es bei insuffizienten Kompensationsmechanismen, resultierend in der fehlenden Aufrechterhaltung der Sauerstoffversorgung lebenswichtiger Organe, zu einer Störung im Zentralnervensystem kommen. Dies äußert sich in einem Verlust der normalen Herzfrequenzvariabilität (WALDRIDGE et al., 2007; SCHOTT, 1993) und einem möglichen fetalen Tod, wie auch MCGLADDERY (1999) berichtete. DALTON et al. (1977) und YU et al. (1998) stellten während einer akuten Hypoxämie eine Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität beim ovinen Fetus fest. Als Ursache sehen YU et al. (1998) eine durch die peripheren Chemorezeptoren vermittelte Erhöhung der vagalen Aktivität an.

Auch ESTILL (2006) und PALMER (2007) sahen im Verschwinden der Schlag-zu-Schlag-Variation ein verdächtiges Zeichen und empfahlen eine wiederholte Überprüfung. Eine Reduktion der fetalen Herzfrequenzvariabilität trat auch bei Sedation des Muttertieres mit Butorphanol oder Detomidin auf (ESTILL, 2006; PALMER, 2007).

2.2.3 Beurteilung des fetalen Wohlbefindens

Zur Beurteilung des fetalen Wohlergehens kann in Anlehnung an die Humanmedizin auch beim Pferd der sogenannte Non-Stress-Test angewendet werden. Beim Non-Stress-Test soll mithilfe einer verlängerten Beobachtungsperiode bei der Herzfrequenzermittlung die basale Herzfrequenz mit ihrer Schwankungsbreite, sowie die Akzelerationen mit ihrer Amplitude, Dauer und Anzahl als Antwort auf fetale Bewegungen innerhalb eines definierten Zeitabschnittes dokumentiert werden (ADAMS-BRENDEMUEHL, 1990). Da die Akzelerationen mit fetalen Bewegungen vergesellschaftet sind, deutet ihre Anwesenheit auf einen genügend mit Sauerstoff versorgten und gesunden Fetus hin (BOCKING, 2003).

Die Angaben über ein als normal eingestuftes Reaktionsmuster für den equinen Fetus wurden von ADAMS-BRENDEMUEHL (1990), basierend auf den Untersuchungen von ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987), zusammengefasst (Tabelle 13).

Tabelle 13: Referenzwerte für ein normal eingestuftes Reaktionsmuster im Non-Stress-Test beim equinen Fetus (min = Minute, sec = Sekunde)

Untersuchungsparameter	ADAMS-BRENDEMUEHL (1990)
1. basale Herzfrequenz [Schläge / min]	60 – 92
2. Herzfrequenzvarianz [Schläge / min]	7 - 15
3. Akzelerationen a) Amplitude [Schläge / min] b) Dauer [sec] c) Anzahl in Verbindung mit fetalen Bewegungen	25 – 40 23 - 36 > 10 in 10 Minuten

Als abnormaler Non-Stress-Test beziehungsweise als nicht-reaktives Non-Stress-Muster wird in der Humanmedizin der Zustand bewertet, wenn Frequenzzunahmen und Akzelerationen ausbleiben oder wenn spontane Verlangsamungen in der Herzfrequenz, nicht unmittelbar auf eine Beschleunigung der Frequenz folgend,

beobachtet werden (SCHOTT, 1993). Ein Vorliegen dieser Umstände deutet auf fetale hypoxische Zustände beim Fetus hin (BOCKING, 2003).

2.3 Methoden zur Messung der fetalen Herzfrequenz

Aus der Humanmedizin sind verschiedene Methoden zur Registrierung der fetalen Herztätigkeit bekannt. Nach MANSFELD und GRUNERT (1989) wird zwischen „externen“, am Körper der Mutter angewendeten, und „direkten“, am Fetus durchgeführten Methoden unterschieden. Externe Methoden sind die Auskultation der fetalen Herztöne, die Phonokardiographie, die Ultrasonographie und die fetale Elektrokardiographie. Bei der Phonokardiographie erfolgt eine Umwandlung von Schallwellen der fetalen Herzaktion in elektrische Schwingungen über am mütterlichen Körper angebrachte Spezialmikrophone. Diese Mikrophone sind mit Regelverstärkern und Tonfrequenzfiltern verbunden (HAMMACHER, 1962; CARTER, 1988). Als direkte Methode gilt das direkt am fetalen Körper abgeleitete Elektrokardiogramm (MANSFELD und GRUNERT, 1989, JONKER et al., 1989) beziehungsweise die Kardiotokographie, bei der zeitgleich die elektrischen Potentiale der uterinen Kontraktionen registriert werden (JONKER et al., 1989; JONKER et al., 1993).

2.3.1 Ultrasonographie

Die Ultrasonographie beruht auf einer Reflektion von ausgesendeten Ultraschallwellen an Grenzflächen. Im Rahmen der fetalen Überwachung werden die durch die fetale Herzkontraktion bedingte Reflexionsänderungen registriert (BISHOP, 1968). Diese Untersuchungsmethode kann entweder transrektal oder transabdominal durchgeführt werden. Genutzt werden die Doppler-Ultrasonographie und die Real-Time- Sonographie im B- und M- Mode- Verfahren.

Für die sonographische Untersuchung an trächtigen Stuten wurde eine Sedierung der Stuten vermieden, um Herzfrequenz und Bewegungsmuster des Fetus nicht zu beeinflussen (O'GRADY et al., 1981; PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; SCHOTT, 1993; REEF et al., 1995, REEF et al., 1996; MCGLADDERY, 1999; BUCCA et al., 2005; BUCCA et al., 2007).

2.3.1.1 Doppler-Ultraschallsonographie

Das Prinzip der Doppler-Ultraschallsonographie ist das Auftreten eines Doppler-Phänomens. Eine von einem Schallkopf ausgesendete Schallwelle wird an einem sich bewegenden Objekt wie dem schlagenden fetalen Herzen, an großen Gefäßen oder dem sich bewegenden Fetus reflektiert und mit leicht veränderter Frequenz am Schallkopf empfangen, amplifiziert und in ein akustisch wahrnehmbares oder elektronisches Signal umgewandelt, welches auf Magnetband (MITCHELL, 1973) oder Papier (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987) aufgezeichnet wird. Bei der Umwandlung in akustische Signale können verschiedene Klangbilder detektiert werden. Diese Klangbilder werden aufgrund ihrer Charakteristik der fetalen Zirkulation beziehungsweise dem schlagenden, fetalen Herzen, fetalen Bewegungen oder uteriner/ maternaler Zirkulation zugeordnet (FRASER et al., 1971, 1973). MITCHELL (1973) ermittelte mit Hilfe einer Stoppuhr die fetale Pulsrate über Auszählen der hörbaren Signale innerhalb eines definierten Zeitraums. Die Unterscheidung vom mütterlichen Puls war aufgrund der viel langsameren Frequenz gut möglich (FRASER et al, 1971, MITCHELL, 1973) Die Doppler- Sonographie ist laut FRASER et al. (1973) effektiv für die Verifizierung fetalen Lebens geeignet und kann transrektal und – abdominal angewendet werden.

2.3.1.1.1 Transrektale Dopplersonographie

FRASER et al. (1973) berichteten als Erste von der Detektion des fetalen Pulses bei der Stute per transrektaler Doppler-Sonographie und nannten als frühesten Zeitpunkt den 42. Tag der Gravidität zur Darstellung. Nahezu konstant konnte der fetale Puls vom dritten Gestationsmonat an bis zum Geburtszeitpunkt ermittelt werden.

Auch MITCHELL (1973) führte mit dieser Untersuchungsmethode Versuche an Stuten und Kühen durch. Die Messung erfolgte über das rektale Einführen des Schallkopfes auf einer Länge von 50 cm. Als frühestmöglichen Zeitpunkt der Ermittlung des fetalen Herzschlages mithilfe dieser Methode gab er bei der Stute den 56. Trächtigkeitstag an, wobei zu diesem Zeitpunkt nur bei weniger als 20 % der untersuchten Tiere der fetale Puls immer erfasst werden konnte. Jedoch war es nahezu bei fast allen Stuten zwischen Tag 100 und 270 post ovulationem möglich, die fetale Zirkulation akustisch darzustellen.

Mittels transrektaler Farbdoppleruntersuchung stellen STOLLA et al. (2001) die embryonale Herzfrequenz dar.

2.3.1.1.2 Transabdominale Dopplersonographie

Beim Pferd wurde durch FRASER et al. (1971) erstmalig die transabdominale Doppler-Sonographie angewendet, um neben der Trächtigkeitsdiagnose auch eine Verifizierung der fetalen Vitalität anhand der Pulsrate durchzuführen. Es wurden jedoch keine genaueren Ergebnisse im Rahmen dieser Studie veröffentlicht.

Auch beim Schwein und beim Schaf kann ein portabler ultrasonographischer, auf Doppler-Basis arbeitender Herzfrequenz-Detektor verwendet werden (FRASER et al., 1967, 1971; TOO et al., 1974).

Zur Herzfrequenzermittlung beim Pferd verwendeten ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) neben Visualisierung mittels Real-time-Sonographie ebenfalls die Doppler-Ultrasonographie.

2.3.1.2 Real-time Ultrasonographie

2.3.1.2.1 Transabdominale Real-time Ultrasonographie

In der Humanmedizin wird die transabdominale Real-Time-Ultrasonographie im Rahmen einer Schwangerschaft routinemäßig durchgeführt (PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984, SCHOTT, 1993).

Erste Berichte über die Anwendung dieser nichtinvasiven Methode an der trächtigen Stute lieferten O'GRADY et al. (1981).

In den nachfolgenden Jahren beschäftigten sich mehrere Autoren mit der transabdominalen Ultrasonographie zur Darstellung der fetalen Herzfrequenz (PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1995, 1996; CURRAN und GINTHER, 1995; MCGLADDERY, 1999; BUCCA et al., 2005; TROEDSSON, 2007).

In der equinen Reproduktionsmedizin ermöglicht die transabdominale Real-Time-Sonographie über Visualisierung des intrauterinen Fetus neben der Ermittlung der fetalen Herzfrequenz und somit der Vitalität auch Aussagen über Organmorphologie, Anzahl und Position der Früchte und deren Bewegungsaktivität. Zusätzlich ist eine Beurteilung der Plazenta und des Fruchtwassers möglich (PIPERS und ADAMS-

BRENDEMUEHL, 1984; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; SCHOTT, 1993). Laut KNOTTENBELT et al. (2007a) wird diese Untersuchungstechnik mittlerweile routinemäßig zur Beurteilung von Pferdefeten eingesetzt und ist beim Pferd ab dem 90. Tag der Gravidität möglich, da ab diesem Zeitpunkt der Uterus über den Beckenrand nach kranial reicht und somit von ventral ultrasonographisch einsehbar ist (TROEDSSON, 2007).

Zur Ermittlung der Herzfrequenz erfolgt die Darstellung des fetalen Thorax als eine leicht von transabdominal zu identifizierende Struktur mit dem darin befindlichen schlagenden Herzen (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; KNOTTENBELT et al., 2007a; REEF et al., 1995, 1996; MCGLADDERY, 1999). Nach Auffinden des fetalen Herzens kann die Herzfrequenz entweder direkt über Auszählen des auf dem Monitor mittels B-Mode sichtbaren, schlagenden Herzens über einen bestimmten Zeitabschnitt ermittelt werden (MCGLADDERY, 1999) oder indirekt über Verwendung eines M-Mode-Schallgerätes mit automatischer Frequenzkalkulation (REEF et al., 1995, 1996; MCGLADDERY, 1999; BUCCA et al., 2005; TROEDSSON, 2007 KNOTTENBELT et al., 2007a).

Im M-Mode erfolgt die Berechnung der Herzfrequenz, nach Darstellung des fetalen Herzens über den B-Mode, anhand der Messung des Zeitintervalls zwischen zwei Herzzyklen beziehungsweise der Bestimmung des ventrikulären Kontraktionsintervalls (R-R-Intervall) (REEF et al., 1995; BUCCA et al., 2005; KNOTTENBELT et al., 2007a). ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) kombinierten den B-Mode der Ultrasonographie mit der Dopplersonographie und detektierten die fetale Herzfrequenz anhand des in ein akustisch wahrnehmbares Signal umgewandelten Herzschlages.

2.3.1.2.2 Transrektale Real-time Ultrasonographie

KÄHN und LEIDL (1987), CURRAN und GINTHER (1995) und BUCCA et al. (2005) nutzten im Rahmen ihrer Untersuchungen die transrektale Real-Time-Ultrasonographie, um die fetale Herzfrequenz festzustellen. CURRAN und GINTHER (1995) verglichen vom 25. bis zum 174. Trächtigkeitstag die Herzfrequenzerfassung über Auszählung der mittels B-Mode visualisierten Herzschläge unter Verwendung einer Stoppuhr mit der Frequenzermittlung unter Nutzung des M- Modes.

Mit Erreichen der Spätgravidität entzieht sich jedoch das fetale Herz immer weiter einer transrektalen sonographischen Darstellbarkeit. Aus diesem Grund nutzten BUCCA et al. (2007) in ihren Untersuchungen die aufgrund der meist vorliegenden fetalen Vorderendlage des Fetus im Uterus gut von transrektal darstellbare, fetale Arteria carotis externa zur Pulsauszählung. Ebenfalls wurden B-Mode und nachfolgend der M-Mode zur Frequenzermittlung verwendet. Beim Vergleich mit den zeitgleich durchgeführten, transabdominalen sonographischen Aufnahmen der fetalen Herzfrequenz konnte eine positive Korrelation zwischen fetalem peripherem Puls und der fetalen Herzfrequenz ermittelt werden, so dass der periphere Puls anstelle der fetalen Herzfrequenz zur Evaluierung der fetalen Vitalität genutzt werden konnte.

2.3.2 Fetale Elektrokardiographie

Als nichtinvasive Untersuchungsmethode ermöglicht die fetale Elektrokardiographie die Ermittlung der fetalen Herzfrequenz.

Das Prinzip der Elektrokardiographie beruht auf der Erfassung elektrischer Potentiale, welche im Rahmen der Herztätigkeit durch Erregungsbildung, -ausbreitung und -rückbildung am Herzen entstehen. Diese entstehenden elektrischen Felder breiten sich aufgrund der Leitfähigkeit der Körpergewebe bis an die Körperoberfläche aus, von der sie auch abgeleitet werden können. Die zeitlichen Veränderungen der Größe und Richtung des elektrischen Feldes spiegeln sich in Veränderungen von Potentialdifferenzen zwischen bestimmten Stellen der Haut (Ableitstellen) wider. Mittels der Elektrokardiographie werden diese Spannungen in Millivolt an der Körperoberfläche registriert und in Abhängigkeit von der Zeit graphisch aufgezeichnet. (SPÖRRI, 1975; TSCHUDI, 1985a)

Mittels spezieller Elektrodenplatzierung am Körper des Muttertiers erfolgt eine bipolare Ableitung der elektrischen Potentiale, die als Folge der Erregungsvorgänge am fetalen Herzen zwischen bestimmten Punkten auf der Körperoberfläche entstehen (MANSFELD und GRUNERT, 1989). Die erhaltene Kurve stellt ein mütterliches Elektrokardiogramm mit integrierten fetalen EKG-Anteilen dar. Erste Berichte über ein fetales Elektrokardiogramm stammen aus der Humanmedizin von CREMER (1906) nach Versuchen an schwangeren Frauen.

Basierend auf der Arbeit von CREMER (1906) wurden von NÖRR (1921) erstmalig Aufnahmen fetaler Elektrokardiogramme an trächtigen Stuten vorgenommen. Bei

GLAZIER und NICHOLSON (1959) traten fetale EKG-Anteile auch bei Standard-Ableitungen an trächtigen Stuten in Erscheinung. Später beschäftigten sich auch, LARKS et al. (1960), TOO et al. (1967a), KANAGAWA et al. (1967), HOLMES und DARKE (1968), PARKES und COLLES (1977), COLLES et al. (1978); BUSS et al. (1980), MATSUI (1985), MATSUI et al. (1984,1985) mit der fetalen Elektrokardiographie bei der Stute. Diese Methode fand auch bei anderen Tierarten ihre Anwendung, so untersuchten zum Beispiel LARKS et al. (1960), KANAGAWA et al. (1965, 1966) und TOO et al. (1965, 1966, 1967b), LINDAHL et al. (1968), MANSFELD und GRUNERT (1989) und STEFFEN et al. (1995) tragende Rinder. Zusätzlich führte die Gruppe um LARKS (1960) auch Messungen an Schafen durch. Als frühestmöglichen Untersuchungszeitpunkt für eine erfolgreiche und aussagekräftige Detektion der fetalen Herzaktivität mit dieser Methode erwähnen HOLMES und DARKE (1968) den 144. Tag der Gravidität bei der Stute. Von PARKES und COLLES (1977) und COLLES et al. (1978) wird der 150. Tag der Gravidität angegeben. Denselben Zeitpunkt führen TOO et al. (1965) für Messungen beim Rind an, da vorher keine verwertbaren Ergebnissen erzielt werden konnten.

2.3.2.1 Einsatzgebiete der fetalen Elektrokardiographie bei der trächtigen Stute

Ursprünglich wurde die fetale Elektrokardiographie von NÖRR (1921) bei der trächtigen Stute angewendet, um objektiv mittels Detektion der fetalen elektrischen Herzaktivität eine Trächtigkeit nachzuweisen. Neben der raschen Verifizierung eines lebenden Fetus anhand vorhandener fetaler Herztätigkeit, konnten nachfolgende Studien aufzeigen, dass diese Untersuchungsmethode auch wertvolle Informationen bezüglich Beurteilung und Bestätigung der fetalen Vitalität und bezüglich des Vorliegens einer Einlings- oder Mehrlingsgravidität liefert (LARKS et al., 1960; HOLMES und DARKE, 1968; COLLES et al., 1978; MATSUI et al., 1985, MATSUI, 1985). Mit der Thematik des fetalen Elektrokardiogramms im Rahmen der Zwillingsgravidität beim Pferd beschäftigten sich PARKES und COLLES (1977), sowie MATSUI et al. (1985) ausführlicher. TOO et al. (1967a) führten auch Studien zum fetalen Elektrokardiogramm während der Geburt durch.

Zusätzlich gibt dieses diagnostische Hilfsmittel Hinweise auf die Position des Fetus im Uterus (TOO et al., 1967a; HOLMES und DARKE, 1968; MATSUI et al., 1985).

Laut LARKS et al. (1960) und HOLMES und DARKE (1968) ist möglicherweise in Anlehnung an die Humanmedizin mit dieser Methode auch die Detektion von kongenitalen Herzdefekten und –missbildungen möglich.

COLLES et al. (1978) erachtete die fetale Elektrokardiographie als wertvoll für die Überwachung der Feten bei eingeleiteten und schwierigen Geburten.

Die fetale Elektrokardiographie kommt auch in Studien zur Arzneimittelwirkung zum Einsatz. Dabei wird die Auswirkung von an die Stuten verabreichten Medikamente auf das fetale Herz überprüft (LARKS et al., 1960; HOLMES und DARKE, 1968).

2.3.2.2 Material und Methodik

Die ursprünglich in der Humanmedizin entwickelte Technik kann laut LARKS et al. (1960) mit gewissen Modifizierungen auf das Großtier übertragen und erfolgreich angewendet werden.

Zu keinem Zeitpunkt der Messung wurden Anästhetika oder Tranquillizer verwendet (LARKS et al., 1960; BUSS et al., 1980).

In den grundlegenden Aussagen und Vorgehensweisen stimmen LARKS et al. (1960), TOO et al. (1965), TOO et al. (1967a), HOLMES und DARKE (1968), KANAGAWA et al. (1967), PARKES und COLLES (1977), COLLES et al. (1978), BUSS et al. (1980), MATSUI et al. (1985) überein, jedoch gibt es gewisse Variationen und Modifikationen innerhalb der einzelnen Studien. Die Messungen wurden mit einer bipolaren Ableitung durchgeführt. Dabei waren die Tiere über Kabel an das EKG-Gerät angeschlossen, die Aufzeichnung der EKG-Kurve erfolgte auf Papier (Vorschub: 25 mm/sec, Sensitivität: 20-25 mm/mV). Während der Messung wurden die Tiere von einer Person festgehalten. Zum Vergleich fertigten einige Autoren ein Standard-EKG der Stute an (HOLMES und DARKE, 1968).

In KNOTTENBELT (2007b) wird ein 24-Stunden-Monitoring-System auf Computerbasis erwähnt, welches eine langfristige Aufzeichnung der Daten auf Band beziehungsweise die Übertragung der Daten via Telemetrie, mit anschließender computergestützter Auswertung ermöglicht. Dies wird jedoch nicht näher erläutert. Auch WILKINS (2006) spricht die telemetrische Übertragung an, welche eine kontinuierliche Messung ermöglicht, jedoch ohne weitere Informationen zu geben.

Die mittels Telemetrie arbeitende Elektrokardiographie wird nur im Rahmen der konventionellen Elektrokardiographie beim Pferd vor allem im Bezug auf Training und Belastung erwähnt (BANISTER und PURVIS, 1968; REINHARD und ZICHER,

1970; SENTA et al., 1970, RAEKALLIO, 1992; SCHEFFER et al., 1995; ZUCCA et al., 2003, YOUNG, 2007).

2.3.2.3 Vorbereitungen

Bei den Untersuchungen von HOLMES und DARKE (1968) wurden die Stuten aus Isolationsgründen auf eine Neoprenmatte verbracht, wohingegen dieses Vorgehen bei anderen Autoren nicht notwendig war.

Zur Vorbereitung wurde das Fell der Tiere an den entsprechenden Stellen geschoren (LARKS et al., 1960; TOO et al., 1965, 1967a; HOLMES und DARKE, 1968), bei PARKES und COLLES (1977) nur im Fall von stark behaarten Tieren und bei COLLES et al. (1978) nur bei Benutzung von selbstklebenden Elektroden. Bei Bedarf wurden die Stuten zusätzlich rasiert (LARKS et al., 1960; KNOTTENBELT et al., 2007b), und die Haut anschließend mit Aceton (TOO et al., 1965, 1967) beziehungsweise mit Alkohol (KNOTTENBELT et al., 2007b) entfettet und gesäubert. Zur Verbesserung der Leitfähigkeit und zur guten Kontaktherstellung verwendeten einige Autoren 70%igen Alkohol (BUSS et al., 1980), EKG-Paste (LARKS et al., 1960; HOLMES und DARKE, 1968) oder Elektrodengel (TOO et al., 1965, 1967a; KANAGAWA et al., 1967; HOLMES und DARKE, 1968; PARKES und COLLES, 1977, und KNOTTENBELT et al., 2007b). NÖRR (1921) nutzte Zinksulfatlösung.

2.3.2.4 Elektrodenmaterial und -platzierung

CREMER (1906) verwendete für Versuche an schwangeren Frauen Silber-Chlorsilber-Elektroden und platzierte je eine Elektrode abdominal und vaginal beziehungsweise rektal.

Im Rahmen der fetalen Elektrokardiographie bei der Stute wurden verschiedene Elektrodenmaterialien, -platzierungen und -fixationsarten genannt (Tabelle 14). NÖRR (1921) stellte in seinen Untersuchungen die Notwendigkeit der Elektrodenplatzierung in möglicher Nähe zum Fetus fest, um eine fetale Herzaktivität zu visualisieren.

Klemmen sollten trotz ihrer Effektivität aufgrund der Schmerzverursachung vermieden werden (KNOTTENBELT et al., 2007b).

Tabelle 14: Elektrodenplatzierung, -material und –befestigung für das fetale Elektrokardiogramm der Stute

Autor	Elektrodenplatzierung	Verwendete Elektroden	Befestigung der Elektroden
NÖRR (1921)	1 Elektrode rektal im Endteil des kleinen Colons 1 Elektrode in der Regio umbilicalis bzw. jeweils eine Elektrode beidseits in der Regio iliaca (Flanke, Weiche)	1 rektale, hohle Silberelektrode, 1 Zinkplattenelektrode abdominal außen	manuell
LARKS et al. (1960)	ventro-dorsal (kranial des Nabels und dorsal in Sakralgegend, median) ventro-ventral (kranial des Nabels und kranial des Euters, median) 1 Erdungselektrode am rechten Hinterbein	Standard-EKG-Plattenelektroden und Elektroden mit reverser Krümmung	Anfangs mit Bandagen fixiert/später manuell (mit Papiertüchern zur Isolierung)
TOO et al. (1965, 1967a) und KANAGAWA (1967)	rechte Körperhälfte: 1 Elektrode im Bereich Flanke, ventral der lumbalen Querfortsätze 2 Elektroden auf Höhe der Kniefalte (1 Elektrode weiter kranial)	Silberplatte mit umgebender Polyethylenkapsel	Mittels chemischen Klebstoffes
HOLMES und DARKE (1968)	Dorso-ventral Positive Elektrode dorsal, median in der mittleren Lumbalregion Negative Elektrode circa 15 cm kranial des Euters, median 1 Erdungselektrode	2,5 cm große Messingplatten	Dorsale Elektrode mittels Gurt, ventrale Elektroden manuell (mit Baumwolltuch zur Isolierung)

PARKES und COLLES (1977)	Dorso-ventral „left arm“ dosal, mittlere Lumbalregion „left leg“ ventral, 15 - 20 cm kranial des Euters, median	Edelstahl	Manuell (Isoliergriff an der Elektrode)
COLLES et al. (1978)	Dorso-ventral „left arm“ dosal, mittlere Lumbalregion „left leg“ ventral, 15 - 20 cm kranial des Euters, median	Stahl-, Neusilber- und selbstklebende Einmalelektroden	Manuell (Isoliergriff an der Elektrode)/ selbstklebend
BUSS et al. (1980)	„linkes Bein“ Linea alba, „linker Arm“ linke Flanke Höhe Kniefalte, „rechter Arm“ rechte Flanke Höhe Kniefalte	Kupfer-Krokodilklemmen	angeklemt
MATSUI (1984), MATSUI et al. (1985)	Dorso-ventral (Rücken-Abdomen)	k. A.	k. A.

k. A.: keine Angabe

Auch WILKINS (2004) verwendete die fetale Elektrokardiographie mit einer im Sakralbereich am Rücken und zwei bilateral in der Flankenregion angebrachten Elektrodenplatzierungen, jedoch war teilweise ein Variieren in der Position aufgrund des häufigen Positionswechsel des Fetus nötig. Laut KNOTTENBELT et al. (2007b) und VAALA und SERTICH (1994) werden die Elektroden, wie bereits bei HOLMES und DARKE (1968) und PARKES und COLLES (1977) beschrieben, platziert: Die gelbe Elektrode, welche dem linken Arm entspricht, wird dorsal, in der Mittellinie der mittleren lumbalen Gegend befestigt und die rote Elektrode, welche dem rechten Arm entspricht, ventral. Eine Erdung an beliebiger Stelle am Stutenkörper in Form der schwarzen Elektrode wird als sinnvoll erachtet.

Generell ist die optimale Position von Fall zu Fall verschieden und muss empirisch ermittelt und zum Erzielen maximaler Ausschläge individuell an jede Stute angepasst werden, da die Position des Fetus im Uterus variiert (HOLMES und DARKE, 1968; BUSS et al, 1980).

PARKES und COLLES (1977) stellten fest, dass sich die elektrokardiographische Kurve umso deutlicher präsentierte, je näher die ventrale Elektrode in Richtung der Medianen platziert wurde, was in Übereinstimmung zu dem von HOLMES und DARKE (1968) angestellten Rückschluss zur dorsalen, anterioren und linksorientierten Ausrichtung des fetalen Herzvektors beim Pferdefetus stand.

2.3.2.5 Auswertung des fetalen Elektrokardiogramms

Die Auswertung des fetalen Elektrokardiogramms setzt das Erkennen der kleinen, fetalen Ausschläge innerhalb der mütterlichen Kurve voraus. Die maternalen elektrokardiographischen Ausschläge können von den fetalen Ausschlägen aufgrund ihrer größeren Amplitude, der oftmals gegensätzlichen Polarität, der anders gestalteten Morphologie und der typischerweise langsameren Frequenz unterschieden werden (NÖRR, 1921; LARKS et al., 1960). Neben den fetalen QRS-Komplexen konnten innerhalb der Studien in unterschiedlichem Ausmaß andere elektrokardiographische Anteile wie P -, S - und T - Wellen erkannt werden (LARKS et al., 1960; HOLMES und DARKE, 1968; TOO et al., 1967; PARKES und COLLES, 1977).

Ausrichtung und Amplitude der fetalen elektrokardiographischen Ausschläge stellen einen weiteren Punkt bei der Auswertung des fetalen Elektrokardiogramms dar.

NÖRR (1921) beobachtete positive und negative Spitzen je nach Ableitung; bei TOO et al. (1967a), PARKES und COLLES (1977), COLLES et al. (1978) waren die fetalen Ableitungen meist im Vergleich zu den mütterlichen QRS-Komplexen von entgegengesetzter Polarität, konnten jedoch auch dieselbe Ausrichtung besitzen oder auch bipolar sein.

Die Polarität und Amplitude der fetalen Ausschläge unterliegen einer hohen Variabilität und hängen von der fetalen Position im Uterus ab, weshalb anhand der Ausrichtung und Höhe der fetalen Ausschläge im Elektrokardiogramm Rückschlüsse auf die fetale Position im Uterus in Relation zur Elektrodenplatzierung gezogen werden können (KANAGAWA et al., 1966, TOO et al., 1967a, HOLMES und DARKE, 1968). Ausschlaggebend für die Orientierung der fetalen Komplexe im EKG sind laut HOLMES und DARKE (1968) zwei Faktoren: die elektrische Achse des fetalen Herzens und die horizontale Rotation des Fetus um seine Längsachse. Die Autoren gaben den Herzvektor als nach dorsal, kranial und links gerichtet an, was PARKES und COLLES (1977) und COLLES et al. (1978) bestätigten.

Bereits TOO et al. (1967a) nahmen aufgrund der entgegengesetzten Ausrichtung der fetalen im Verhältnis zu den mütterlichen QRS-Komplexen bei der bipolare Ableitung eine ventrale Position, also eine auf dem Rücken liegende, untere Stellung der Frucht im Uterus vor der Geburt an. Im Verlauf der Geburt bemerkten die Autoren eine Umorientierung der fetalen Ausschläge in dieselbe Richtung wie die mütterlichen, was auf einen Wechsel der Frucht von einer unteren in eine obere Stellung zurückgeführt wurde. COLLES et al. (1978) stellten fest, dass eine negative fetale Ableitung nicht unweigerlich einer unteren Stellung der Frucht im Uterus entspricht. Bipolare Ausschläge konnten von diesen Autoren nur mit einer seitlichen Stellung des Fetus korreliert werden.

COLLES et al. (1978) berichteten von häufigen Polaritätsveränderungen der Ausschläge und sahen diese als möglicherweise durch Vektoränderungen im Myokard oder durch fetale Bewegungen verursacht, an.

In der Literatur finden sich Ausführungen zur Amplitude im fetalen Elektrokardiogramm. KANAGAWA et al. (1967) berichteten von Variationen in Amplitudenhöhe und Polarität der fetalen Ausschläge.

COLLES et al. (1978) stellten fest, dass bei der von ihnen benutzten dorso-ventralen Ableitung die Amplitude an Höhe vom 150. Tag bis zur Geburt hin zunahm, was in der Zunahme der fetalen Herzgröße und -kraft mit fortschreitender Gravidität begründet liegt. Die Amplitude unterlag raschen und starken Variationen, wobei die stärkste Variabilität zwischen dem 220. und 280. Trächtigkeitstag festgestellt wurde. Zurückgeführt wurde diese Erscheinung auf die durch FRASER et al. (1975) festgestellte erhöhte fetale Aktivität während dieser Zeit mit der damit verbundenen Veränderungen der fetalen Position und der räumlichen Beziehung zwischen Fetus und Elektroden (COLLES et al., 1978; MATSUI et al., 1985).

Die Herzfrequenz der Feten ermittelten die Autoren durch Zählen der sichtbaren fetalen Ausschläge beziehungsweise der fetalen QRS-Komplexe im Elektrokardiogramm innerhalb eines definierten Zeitraums (TOO et al., 1965; KANAGAWA et al., 1967; MATSUI et al., 1985), wobei die R-R-Intervalle einen Indikator für jeden Herzschlag darstellten (WHEELER und MURRILLS, 1978; MATSUI et al., 1985).

2.3.3 Fetale Kardiotokographie

Eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung der fetalen Herzfrequenz stellt die Kardiotokographie dar, welche eine Kombination aus fetaler Elektrokardiographie und Aufzeichnung uteriner Kontraktionen darstellt (JONKER et al., 1989; JONKER et al., 1993). Bezüglich des Einsatzes in der equinen Reproduktionsmedizin konnten keine Angaben gefunden werden.

JONKER et al. (1989) verwendeten diese Methode bei Rindern intra partum. Elektroden wurden direkt am Brustkorb des bovinen Fetus platziert, sowie intrauterine Katheter zur Messung der Wehentätigkeit eingeführt. Später führten JONKER et al. (1993) eine Studie durch, bei der die Pulsrate über einen nach Laparotomie in die fetale Aorta eingebrachten Katheter ermittelt wurde. Die Herzfrequenz wurde anhand der aufgezeichneten Blutdruckkurve durch Auszählen der systolischen Druck-Peaks ermittelt, sowie der Einfluss uteriner Kontraktionen, welche über am tragenden Utersuhorn angebrachten Elektroden detektiert wurden, festgestellt.

2.4 Veränderungen im maternalen Organismus im letzten Drittel der Trächtigkeit bei der Stute

Da vor allem in der zweiten Hälfte der Trächtigkeit die Bedürfnisse der Früchte ständig wachsen, kommt es zu einer starken Beanspruchung des maternalen Organismus, welche durch Veränderungen der Herz- und Atemfrequenz begleitet werden (GRUNERT, 1993).

2.4.1 Maternale Herzfrequenz

Im Gegensatz zur fetalen Herzfrequenz steigt die Herzfrequenz des Muttertieres mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt an (PARKES und COLLES, 1977; PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; MATSUI et al., 1985; MATSUI, 1985; EGAN et al., 2006) mit prominenter Erhöhung in den letzten zwei Wochen ante partum (MATSUI, 1985, EGAN et al., 2006, PARKS et al., 2009). HOLMES und DARKE (1968) berichteten von der Erhöhung der Pulsrate erst in unmittelbarer Nähe zur Geburt, wohingegen bei COLLES et al. (1978) bereits ab dem 150. Tag der Gravidität bis hin zum Partus ein gradueller Anstieg verzeichnet werden kann. Als Ursache für den Anstieg wird von MATSUI et al. (1985), MATSUI (1985) und EGAN

et al. (2006) der gesteigerte plazentare Blutfluss angesehen, welcher im letzten Trimester der Gravidität parallel zum stark zunehmenden Wachstums des Fetus zur Deckung des erhöhten Sauerstoffbedarfes des ungeborenen Fohlens ansteigt (PALMER, 2007). Die maternale Herzfrequenz präsentiert sich während der Trächtigkeit langsamer als die des Fetus (NÖRR, 1921; FRASER et al., 1971; FRASER et al., 1973; COLLES et al., 1978). COLLES et al. (1978) und MATSUI et al. (1985) sprachen von einer geringeren Schwankungsbreite beim Muttertier als beim Fetus.

COLLES et al. (1978) bestätigten eine niedrigere Herzfrequenz bei Vollblut- als bei Ponystuten.

Die maternale Herzfrequenz der trächtigen Stute wurde bei NÖRR (1921), LARKS et al. (1960), TOO et al. (1967a), KANAGAWA et al. (1967), HOLMES und DARKE (1968) und MATSUI et al. (1985) im Rahmen der Anfertigung eines fetalen Elektrokardiogramms durch das Auszählen maternaler QRS-Komplexe innerhalb eines definierten Zeitraums ermittelt.

Ohne Zuteilung zu den einzelnen Trächtigkeitsstadien gaben BUSS et al. (1980) eine mittlere maternale Herzfrequenz von $49 \pm 8,6$ Schlägen/ min bei einer mittleren Trächtigkeitsdauer von 235 ± 45 Tagen an.

In älteren Studien wurde die fetale Herzfrequenz als doppelt so schnell wie die der Mutter angesehen (NÖRR, 1921). Als mögliche Ursache einer fetalen Frequenzerhöhung wurde von NÖRR (1921) auch eine aus einer Erregung der Mutterstute resultierende Blutdruckänderung im Rahmen einer indirekten Beeinflussung des fetalen Kreislaufes angesehen. Jedoch verneinten KANAGAWA et al. (1967), HOLMES und DARKE (1968) und COLLES et al. (1978) eine Korrelation zwischen fetaler und maternaler Herzfrequenz.

Eine Beschleunigung des Pulses der Stute bei Aufregung oder Nervosität führte zu keinem Anstieg der Frequenz des Fetus, wie HOLMES und DARKE (1968) und COLLES et al. (1978) feststellten.

Die maternale Herzfrequenz kann als nützlicher Marker zur Beurteilung des maternalen Gesundheitsstatus angesehen werden (MATSUI et al., 1985).

Von den Autoren ermittelte maternale Herzfrequenzen sind in den Tabellen 15 und 16 zusammengefasst.

Tabelle 15: Referenzwerte der maternalen Herzfrequenz in Schlägen/ min im 6. und 7. Trächtigkeitsmonat beim Pferd (FEKG = fetale Elektrokardiographie)

Autor	Methode	Tierzahl / Rasse	6. Monat	7. Monat
LARKS et al. (1960)	FEKG	2 / Quarter - horse	36	-
HOLMES und DARKE (1968)	FEKG	11 / k. A.	-	32 – 37*

k. A.: keine Angabe

* Trächtigkeitsstadium anhand des angegebenen Deck- und Untersuchungsdatums errechnet

Tabelle 16: Referenzwerte der maternalen Herzfrequenz in Schlägen/ min im letzten Trächtigkeitsdrittel (9. bis 12. Monat) beim Pferd (FEKG = fetale Elektrokardiographie)

Autor	Methode	Tierzahl / Rasse	9. Monat	10. Monat	11. Monat	12. Monat
NÖRR (1921)	FEKG	1 / k. A.			55 - 56	
LARKS et al. (1960)	FEKG	2 / Quarterhorse	60**			
TOO et al. (1967a)	FEKG	1 / Halbblut			68	56
KANAGAWA et al. (1967)	FEKG	17 / Percheron		42 – 60	48 – 78	60 – 72
HOLMES und DARKE (1968)	FEKG	11 / k. A.	40 – 52**	37 - 65**	55 – 62**	45 – 52**
ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987)	Digitale Pulsdetektion	80 / Vollblut, Quarterhorse	-	44 – 80*	44 – 80*	44 – 80*
EGAN et al. (2006)	EKG	10 / Quarterhorse	-	-	-	55 ± 3 - 63 ± 1
PARKS et al. (2009)	Digitale Pulsdetektion/ Herzfrequenzmonitor	24 / k. A.	-	-	-	50,5 – 57,7*

k. A.: keine Angabe

* die Werte wurden aufgrund ungenauer Zeitangaben in der Originalliteratur angepasst, dabei wurde von einer durchschnittlichen Trächtigkeitsdauer von 336 Tagen ausgegangen.

** Trächtigkeitsstadium anhand des angegebenen Deck- und Untersuchungsdatums errechnet

Nach PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984) war die maternale Herzfrequenz aufgrund ihrer Variabilität nicht zur Vorhersage des Geburtszeitpunktes geeignet.

GRUNERT (1993) spricht pauschal von einer Erhöhung der Pulsfrequenz um 5 - 10 Schläge/ min gegen Ende der Trächtigkeit.

2.4.2 Maternale Atemfrequenz

Bei der hochträchtigen Stute kommt es aufgrund des erhöhten Sauerstoffbedarfes des Fetus, und des Zwerchfellhochstandes, bedingt durch den stark vergrößerten Uterus zu einer gesteigerten Atemfrequenz (GRUNERT, 1993). Exakte Frequenzangaben konnten dazu nicht gefunden werden.

2.4.3 Maternale Körpertemperatur

GRUNERT (1993) beschreibt eine infolge des veränderten Stoffwechsel allmählich stattfindende Erhöhung der Körperinnentemperatur um einige Zehntel Grad mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt. Jedoch befindet sich die Temperatur bei der graviden Stute innerhalb physiologischer Grenzen von 37,5°C bis 38,5°C. Nach EGAN et al. (2006) bewegt sich die rektal ermittelte Körperinnentemperatur bei der trächtigen Stute in einem Bereich zwischen 36,7 und 38,2 °C.

Unterschiedliche Angaben lassen sich bezüglich des Verhaltens der Körpertemperatur vor der Geburt finden.

SHAW et al. (1988) stellten innerhalb der letzten 24 Stunden vor der Geburt einen Abfall der Temperatur um 0,1 °C fest; auch in den Studien von CROSS et al. (1992) konnte ein antepartales Absinken verzeichnet werden. AMMONS et al. (1989) bemerkten jedoch keine merklichen Veränderungen vor der Geburt.

3 Material und Methoden

3.1 Probandenkollektiv

Die Untersuchungen erfolgten an 29 trächtigen Stuten aus dem Patientengut der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz der Justus-Liebig-Universität in Gießen in der Abfohlsaison 2008 und 2009. Desweiteren wurden 15 ingravide Stuten in die Untersuchung miteinbezogen.

Das Alter der trächtigen Stuten lag zwischen vier und zwanzig Jahren (Durchschnitt 12,3 Jahre). Die ingraviden Kontrolltiere waren im Mittel 10,8 Jahre (Spannbreite 4 – 20 Jahre).

Unter den 29 trächtigen Stuten befanden sich acht Maidenstuten und 19 pluripare Tiere. Bei zwei Tieren waren keine Informationen zur Parität bekannt.

Die 29 trächtigen Probanden setzten sich aus 19 Warmblütern (66 %), drei Ponies (10 %), drei Vollblütern (10 %), zwei Kaltblütern (7 %), sowie einem Isländer (3 %) und einem Quarterhorse (3 %) zusammen. In der Kontrollgruppe (n=15) waren 12 Warmblüter (80 %), sowie ein Polo-Pony, ein Araber und ein Deutsches Reitpony vertreten.

Ausgehend vom letzten Deck- bzw. Besamungsdatum wurde der zum Zeitpunkt der Untersuchung vorliegende Trächtigkeitstag errechnet. Hierbei wurde als erster Trächtigkeitstag der auf die letztmalige Besamung bzw. Bedeckung folgende Tag angesehen.

Der Zeitpunkt der Erstvorstellung und somit der Messung variierte zwischen dem 287. und 358. Trächtigkeitstag, wobei der überwiegende Anteil der Stuten (> 50 %) zwischen dem 320. und 330. Trächtigkeitstag erstmals untersucht wurden. (Abbildung 1). Bei zwei Stuten waren keine konkreten Angaben zum Deckdatum bekannt, vorberichtlich wurde eine mindestens 300 Tage bestehende Gravidität angegeben.

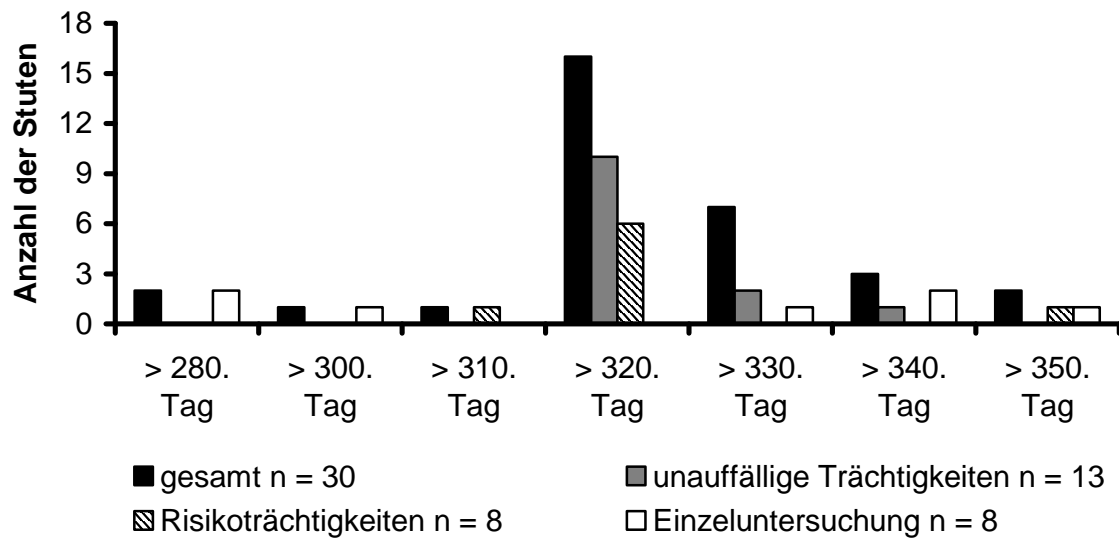


Abbildung 1: Zeitpunkt der ersten elektrokardiographischen Messung bezogen auf das Trächtigkeitsstadium nach letzter Bedeckung/ Besamung aller Untersuchungsfälle (n = 30), der unauffälligen (n = 13) und Risikofälle (n = 8) und der Einzelmessungen (n = 9)

3.1.1 Gruppeneinteilung

Die trächtigen Stuten wurden unter Berücksichtigung des Vorstellungsgrundes aufgeteilt.

Je nachdem, ob die Tiere im Rahmen einer Verlaufsuntersuchung mehrmals oder nur einmalig elektrokardiographisch untersucht werden konnten, wurden sie in die Gruppe der Verlaufsuntersuchung bzw. der Einzeluntersuchung eingeteilt.

Da eine Stute aufgrund einer poliklinischen Vorstellung einmalig untersucht wurde, und zu einem späteren Zeitpunkt auch zur Geburtsüberwachung in die Klinik verbracht wurde und somit zudem in der Verlaufsuntersuchung untersucht wurde, ergibt sich die Divergenz zwischen der Anzahl der trächtigen Stuten (n = 29) und der untersuchten Fälle (n = 30).

Eine weitere Unterteilung erfolgte je nachdem, ob aktuelle Komplikationen während der Gravidität zum Zeitpunkt der Vorstellung vorlagen oder nicht.

Eine Einteilung in die Gruppe der komplikationsbehafteten Trächtigkeiten wurde vorgenommen bei Vorliegen von Problemen und Komplikationen in der aktuell bestehenden Spätgravidität und unmittelbar antepartal wie zum Beispiel

- Kolik ante partum ohne (n = 9) und mit chirurgischer Intervention (n = 2)
- fieberhaften, systemischen Erkrankungen (n = 1)
- Torsio uteri ante partum mit chirurgischer Intervention (n = 1)

Diese Tiere wurden folglich in Anlehnung an VAALA und SERTICH (1994), PALMER (2007) und TROEDSSON (2007) als risikoträchtig eingestuft (Anhang 8.1.1, Tabelle 56).

Im Rahmen der Verlaufsuntersuchung bildeten 13 hochträchtige, bis dato unauffällige, zur Geburtsüberwachung in die Klinik aufgestallte Stuten die Gruppe 1 und in der zweiten Gruppe der Verlaufsuntersuchung befanden sich acht hochträchtige Tiere, welche aufgrund vorberichtlicher Auffälligkeiten vorgestellt wurden. Sechs dieser Stuten aus Gruppe 2 waren aufgrund von akuten Koliken in die Klinik eingestallt worden. Der Zeitpunkt des Auftretens der Kolik und somit der Einstellung lag bei den Stuten im letzten Trächtigenmonat bzw. zwei bis 26 Tage vor der Geburt, wobei bei einem dieser Tiere im 8. Trächtigenmonat bereits eine Kolikoperation vorgenommen worden war. Eine Stute erkrankte 15 Tage vor der Geburt (12. Trächtigenmonat) an einem über zwei Tage andauernden fieberhaften Allgemeininfekt. Die achte Stute dieser Gruppe war im letzten Drittel der Trächtigkeit aufgrund einer Torsio uteri ante partum operiert worden.

Bei neun weiteren graviden Stuten wurde aufgrund einer ambulanten, poliklinischen Vorstellung in der Klinik nur eine Einzeluntersuchung vorgenommen. Diese Tiere bildeten die Gruppe 3. Vier Stuten wurden einmalig ohne besonderen Vorstellungsgrund untersucht (Gruppe 3.1), drei Stuten aufgrund einer akuten Koliksymptomatik und eine Stute nach überstandenen abdominalchirurgischen Eingriff mit jedoch postoperativ anhaltenden Koliken. Aufgrund der vorliegenden Komplikationen wurden diese Stuten in die Gruppe 3.2 eingeteilt. Eine der einmalig untersuchten Stuten befand sich zum Zeitpunkt der Untersuchung mit Koliken in der Geburt und bildete daher eine eigene Untergruppe 3.3 (Tabelle 17, Abbildung 2).

Tabelle 17: Gruppeneinteilung der trächtigen und nichtträchtigen Stuten

	Gruppe	Anzahl	Untersuchte Probanden
Verlaufs- untersuchung	1	13	gravide Stuten ohne Auffälligkeiten
	2	8	gravide Stuten mit Komplikationen
Einzeluntersuchung/ Einzelfall	3.1	4	gravide Stuten ohne Auffälligkeiten
	3.2	4	gravide Stuten mit Komplikationen
	3.3	1	gravide Stute intra partum mit Komplikationen
	4	15	Ingravide Stuten

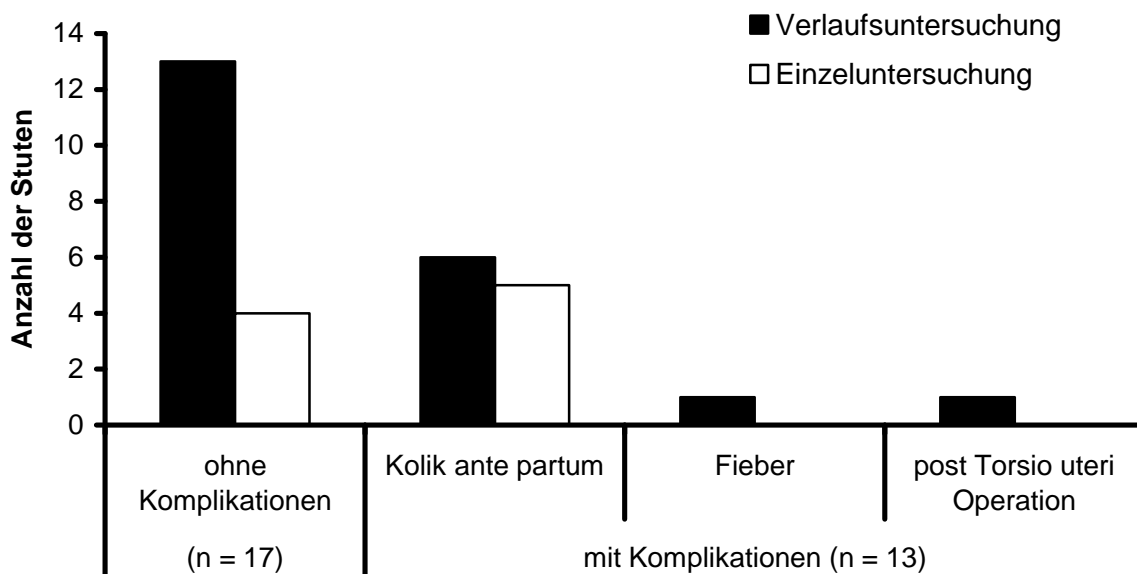


Abbildung 2: Anzahl der trächtigen Stuten der Verlaufsuntersuchung (n = 21) und der Einzeluntersuchung (n = 9) je nach Trächtigkeitsverlauf mit Unterteilung nach Vorstellungsgrund in der Gruppe mit Komplikationen

Desweiteren wurden 15 ingravide Stuten untersucht, welche im Rahmen von Kontrolluntersuchungen in die Studie miteinbezogen wurden. Davon zählten vier Tiere zum klinikseigenen Bestand, drei Tiere wurden im Rahmen eines Aufenthaltes

als Begleittier in der Klinik sowie acht Stuten im Reitverein Tirschenreuth untersucht. Die Gruppeneinteilung ist in Tabelle 17 dargestellt.

Haltung und Fütterung

Alle graviden Stuten der Verlaufsuntersuchung und die ingradiden Stuten befanden sich für die Messung in einer eingestreuten Box mit Möglichkeit zur freien Bewegung. Wasser und Heu oder Stroh standen zur freien Aufnahme zur Verfügung. Desweiteren erfolgte zwei- beziehungsweise dreimal täglich eine Fütterung mit Hafer und / oder Zuchtmüsli als Krafffutter.

Die trächtigen Stuten der Einzeluntersuchung befanden sich bei der Messung in einem Zwangsstand.

3.2 Technische Ausrüstung

Die elektrokardiographischen Messungen wurden mit dem batteriebetriebenen, telemetrisch arbeitenden Televet 100 Gerät (Rösch & Associates Information Engineering GmbH, Frankfurt am Main, Vertrieb: Selectavet, Weyarn-Holzolling) und den dazugehörigen Patientenkabeln durchgeführt (Abbildung 3).

Bei den verwendeten Elektroden handelte sich um selbstklebende Einmalelektroden (Skintact®, Leonhard Lang GmbH, Innsbruck, Österreich). Zur Befestigung des EKG-Gerätes am Pferdekörper über eine mitgelieferte Nylontasche diente ein elastischer, längenverstellbarer Deckengurt (Krämer Pferdesport, Hockenheim - Talhaus).



Abbildung 3: Televet 100 Gerät mit den zugehörigen Patientenkabeln, den selbstklebenden Einmalelektroden und der Nylontasche zur Befestigung am Patienten

Die Übertragung der Daten erfolgte telemetrisch über Bluetooth-Übertragung unter Nutzung eines MSI 3xStar Key USB-Sticks (Mikro-Star Int'l Co., Ltd, Taipei Hsien, Taiwan) auf ein mit der Software Televet 100 Version 4.1.3 (Rösch & Associates Information Engineering GmbH, Frankfurt am Main) ausgestattetem Notebook (Hewlett Packard), womit die Daten in Echt-Zeit dargestellt oder auf Festplatte abgespeichert werden konnten. Eine in das Gerät einbringbare 256 MB SD-Speicherkarte (Transcend Information Trading GmbH, Hamburg) ermöglichte eine Datenaufzeichnung bei Langzeitmessungen. Zur nachträglichen Datenübertragung von der SD-Karte auf das Notebook kam ein Kartenlesegerät (Hama GmbH & Co KG, Monheim) zum Einsatz.

3.3 Untersuchungsverfahren und –rhythmen

3.3.1 Untersuchungen an den hochträchtigen Stuten

3.3.1.1 Klinische Untersuchung

Alle Stuten wurden bei stationärer Aufnahme beziehungsweise poliklinischer Vorstellung einer allgemeinen und gynäkologischen Untersuchung unterzogen unter Erhebung der in Anhang 8.1.2, Tabelle 57 aufgeführten Daten

Bei stationären Patienten wurde während des Klinikaufenthaltes täglich morgens eine allgemeine Untersuchung durchgeführt. Die Temperatur wurde mit dem Thermometer Mikrolife (Mikrolife AG, Heerbrugg, Schweiz) erhoben und die Atemfrequenz durch Zählen der Atembewegungen in der Flanke über einen Zeitraum von 30 Sekunden mit anschließender Hochrechnung auf die Frequenz/min bestimmt. Zusätzlich wurden als Bestandteile der gynäkologischen Untersuchung die Adspektion der Labien, sowie die Adspektion und Palpation des Euters vorgenommen.

3.3.1.2 Elektrokardiographische Untersuchung

Verlaufsuntersuchungen über mehrere Tage wurden an allen, stationär in der Klinik zur Geburtsüberwachung aufgestellten Stuten vorgenommen. Bei poliklinischer Vorstellung einer trächtigen Stute wurde nur einmalig ein fetales Elektrokardiogramm angefertigt.

3.3.1.2.1 Untersuchungen ante partum

Als Standardschema im Rahmen von Verlaufsuntersuchungen wurden im Abstand von 48 Stunden jeweils zweimal täglich über 40 Minuten morgens und nachmittags fetale, beziehungsweise alternierend maternale Elektrokardiogramme aufgezeichnet. Die elektrokardiographischen Untersuchungen wurden bis zur Geburt in diesem Rhythmus durchgeführt. Aufgrund der großen Variabilität der Trächtigkeitlänge, des variablen Vorstellungszeitpunktes der Stuten und somit Untersuchungsbeginns im Bezug zum Abfohlzeitpunkt wurden zur besseren Vergleichbarkeit die Messzeitpunkte in Tagen ante partum angegeben, wobei Tag 0 die letzten 24 Stunden vor der Geburt widerspiegelt.

Der Beginn der Messung variierte zwischen 26 und einem Tag ante partum. Bereits 26 Tage ante partum war nur eine Stute in der Klinik aufgestellt, wohingegen am Tag der Geburt insgesamt 21 Stuten für die Messung zur Verfügung standen.

3.3.1.2.2 Untersuchungen post partum

Postpartal wurde bei den Mutterstuten jeweils zweimal täglich über 40 Minuten morgens und abends ein maternales Elektrokardiogramm erstellt. Unterteilt wurden die Messzeitpunkte ausgehend vom Geburtszeitpunkt in die Zeiträume 0 - 12 Stunden, 12 – 24 Stunden, 24 – 36 Stunden und 36 – 48 Stunden post partum. Die Stuten wurden maximal bis einschließlich des ersten Tages post partum elektrokardiographisch untersucht. Die Untersuchungsanzahl variierte aufgrund der individuellen Aufenthaltsdauer post partum.

3.3.2 Untersuchungen an neugeborenen Fohlen

Die neugeborenen Fohlen wurden zur Beurteilung von Vitalität und Maturität untersucht, mit dem Ziel, die Ergebnisse der Untersuchungen in Bezug zu den Auswertungen des Elektrokardiogramms zu setzen.

Unmittelbar post natum wurde der Gesundheitsstatus der neugeborenen Fohlen nach dem von BOSTEDT et al. (1997) entworfenen Frühbeurteilungsschema, auch als Giessener Vorsorgeschema bekannt, bewertet. Durch Beobachtungen innerhalb der ersten 60 Minuten und zwischen der 6. und 24. Lebensstunde wurden die Fohlen anhand von zu vergebenden Punkten in die Kategorien „vital“ und „normal entwickelt“ oder „gefährdet“ eingeteilt. Beurteilt wurden innerhalb der ersten 1 - 2, 30 und 60 Minuten jeweils Lage, Atmung und Aufstehversuche des Neonaten. Zwischen der 6. und 24. Lebensstunde erfolgte eine Bewertung von Stehvermögen, Atmung, Mekoniumabgang, Körpertemperatur, Harnabsatz und Kontakt zum Muttertier (Anhang 8.1.3, Tabelle 58 und 59).

Zusätzlich wurden die Tiere einer segmentalen Untersuchung unterzogen, um den Maturitätsgrad und Entwicklungsstand der einzelnen Körperabschnitte zu beurteilen. Untersucht wurden Allgemeinbefinden, Kopf, Augen und Ohren einschließlich der zugehörigen Reflexe, Hals und Thorax, Abdomen, After- und Genitalanlage, sowie der Bewegungsapparat (Anhang 8.1.4)

Alle im Rahmen der Geburtüberwachung geborenen Fohlen wurden postnatal mit einem Klistier rektal versorgt, um den Abgang des Mekoniums zu fördern. Weiterhin wurde je eine Dosis eines Paraimmunitätsinducers (Zylexis®, Pfizer, Berlin) verabreicht, sowie Tetanusserum (Tetanus-Serum, Wdt, Garbsen). Zusätzlich wurde der Nabel mit Jod desinfiziert.

Bei allen beurteilten Neonaten wurden frühestens nach 16 Stunden mittels des SNAP® Fohlen IgG – Testes (IDEXX GmbH, Ludwigsburg) der Gehalt an Immunglobulin G überprüft.

3.3.3 Untersuchungen an ingraviden Stuten

Bei den ingraviden Stuten der Kontrollgruppe wurden ebenfalls in zweitägigem Abstand jeweils zweimal täglich morgens und abends Elektrokardiogramme mit einer

jeweiligen Dauer von 40 Minuten angefertigt. Insgesamt wurden pro Stute an fünf Messtagen elektrokardiographische Aufzeichnungen durchgeführt.

3.4 Untersuchungstechnik

3.4.1 Elektrokardiographische Untersuchungen

Während der Untersuchung befanden sich die Stuten in mit Stroh beziehungsweise Späne und Stroh eingestreuten Boxen. Die trächtigen Stuten waren in Abfohlboxen untergebracht, die ingraviden Tiere in üblichen Boxen. Es erfolgte keine Fixierung der Tiere, so dass sich die Tiere frei bewegen konnten. Außerdem stand Wasser und Heu/ Stroh zur freien Aufnahme zur Verfügung.

Für die Untersuchung wurden die Elektroden auf das trockene und saubere Fell der Tier aufgebracht, ohne vorheriges Scheren oder Rasieren.

Erhoben wurden die Akzeptanz des Gerätes und der Messtechnik, die verwendete Elektrodenplatzierungen, die Anzahl der Elektrodenplatzwechsel und etwaige Besonderheiten, wie ungenügende Haftung und Abfall der Elektroden, sowie die Aktivität und das Verhalten der Tiere während der Messung. Eine gute Akzeptanz lag vor, wenn die Stuten keine Unruhe und Abwehrbewegungen wie zum Beispiel Schweifschlagen, Beknabbern und Abbeißen der Kabel, Elektroden und des Gurtes zeigten, und den normalen Tagesaktivitäten wie Futter-, Wasseraufnahme und Ausruhverhalten nachgingen.

Die Aktivität der Stuten wurde durch 15 minütiges Kontrollieren der Tiere erfasst.

Dabei wurden folgende Aktivitäten unterschieden:

- 1 Dösen: Pferd in stehender Position, nur geringe Bewegungen, entspannte Körperhaltung
- 2 Dösen > Futteraufnahme: Verhalten während der Messung von Dösen bestimmt, jedoch auch gelegentlich Futteraufnahme
- 3 Futteraufnahme > Dösen: überwiegend Futteraufnahme, geringer Anteil der Zeit mit Dösen verbracht
- 4 Futteraufnahme: ausschließlich Futteraufnahme
- 5 unruhiges Umherwandern

3.4.1.1 Anfertigung eines fetalen Elektrokardiogramms

Zur Anfertigung eines fetalen Elektrokardiogramms wurden die Elektroden wie im Handbuch zum Televet 100 Gerät empfohlen platziert. Als Standardplatzierung wurden die Elektroden auf der linken Körperseite der Stute angebracht. Die grüne Elektrode wurde ca. 5 cm unterhalb des Mähnenkammes und 5 cm kranial der Spina scapulae, die gelbe Elektrode kaudal der letzten Rippe, ca 5 cm dorsal einer gedachten horizontalen Linie durch das Tuber coxae und die rote Elektrode 15 cm kranial des Euters, sowie ca. 5 cm paramedian angeklebt. Die Anbringung der schwarzen Erdungselektrode erfolgte auf der Kruppe 10 cm kaudal des Tuber coxae (Abbildung 4).



Abbildung 4: Elektrodenplatzierung und Befestigung des EKG-Gerätes am Körper einer hochträchtigen Stute

Die Farbzuoordnung entspricht dem Europäischen Standard-Ableitungsschema und ist in folgender, aus dem Handbuch übernommenen Tabelle 18 dargestellt:

Tabelle 18: Ableitungs-Farbschema

Platzierung Mensch	Elektrodenfarbe	Platzierung gravide Stute
Linkes Bein	grün	Mähnenkamm
Rechter Arm	rot	Abdomen
Linker Arm	gelb	kaudal letzte Rippe
Neutral (Erdung)	schwarz	kaudal Tuber coxae

Nach Anlegen des elastischen Gurtes mit dem daran befestigtem Televet 100 Gerät und Fixierung des Patientenkabels an den Elektroden, wurde über das Einstecken der Kabel in das Gerät die Aufzeichnung gestartet. Zur Kontrolle des Elektrodensitzes und um dem EKG-Gerät das Signal zur Aufzeichnung im Foetus-Modus zu geben, wurde über einige Minuten eine Echtzeit-Aufnahme im Foetus-Modus der Software am Monitor verfolgt.

Auf dem Monitor werden drei Vektoren dargestellt (Abbildung 5).

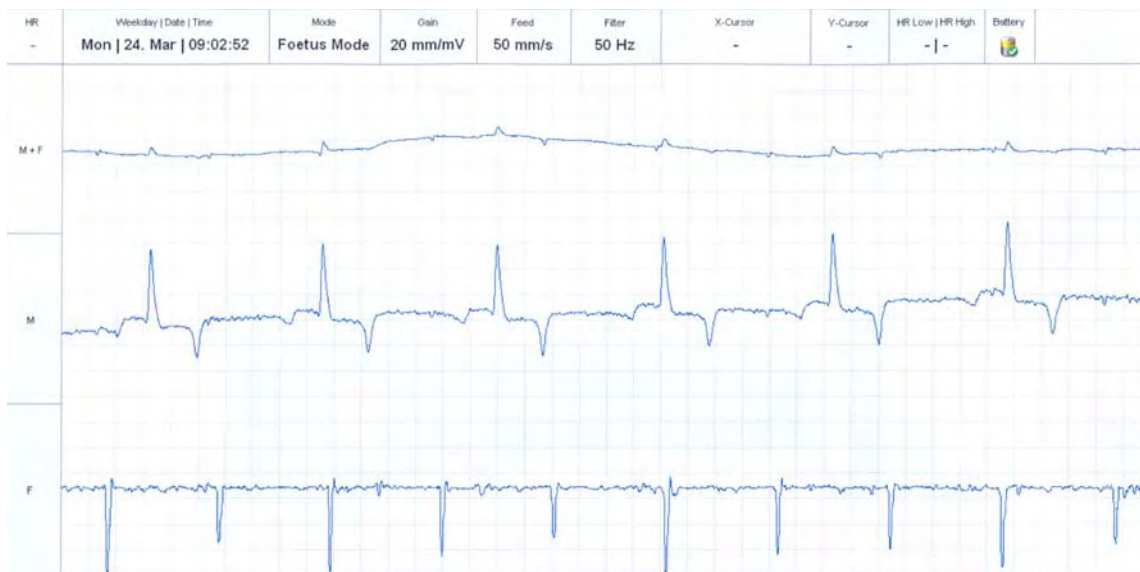


Abbildung 5: Monitorbild im Foetus- Modus der Televet 100 Software

Vektor I **M+F**: abdominales Signal mit maternalen und fetalen Anteilen

Vektor II **M**: maternales Signal

Vektor III **F**: fetales Signal

Der mit „M+F“ (Mutter und Fetus) gekennzeichnete Vektor repräsentiert das abdominale Signal, abgeleitet zwischen der gelben und roten Elektrode am Stutenabdomen, welches ein mütterliches Elektrokardiogramm mit integrierten fetalen Anteilen darstellt.

Die mittlere, mit „M“ (Mutter) gekennzeichnete Ableitung wird zwischen der grünen und roten Elektrode ermittelt und entspricht dem Signal des mütterlichen Herzens. Im Gegensatz zu beiden genannten Vektoren, stellt die mit „F“ (Fetus) bezeichnete Ableitung ein durch Extraktion ermitteltes, fetales Signal dar. Durch die Extraktion des maternalen vom abdominalen Signal und nachfolgender Amplifizierung werden die fetalen Ausschläge ohne störende mütterliche Anteile graphisch visualisiert.

Möglich wurde dies durch die Nutzung des mütterlichen Signals als Referenzsignal für einen adaptiven Filter.

Bei guter Signaldarstellung wurde die Echt-Zeit-Beobachtung beendet. Eine gute Signaldarstellung lag bei deutlich von der Grundlinie und von Grundschwankungen abgehobenen Ausschlägen vor. Die Aufzeichnung erfolgte weiter auf der im Gerät eingebrachten Speicherkarte.

Bei fehlendem fetalen Signal oder nur undeutlich zu erkennenden fetalen Komplexen wurde die Elektrodenpositionierung nach dem „trial-and-error-Prinzip“ variiert, indem die rote Elektrode entweder in Richtung Linea alba oder in Richtung Flanke umplatziert wurde. Gegebenenfalls wurde mit der roten Elektrode auf die rechte Körperseite an vergleichbare Stellen wie links gewechselt. Nach Kontrolle im Echt-Zeit-Modus wurde bei zufrieden stellendem Ergebnis wie bereits erwähnt verfahren.

Für die weiteren Messungen in der Verlaufsgruppe, wurde anfangs stets jene Elektrodenplatzierung gewählt, mit welcher bei der letzten fetalen Untersuchung das beste fetale Signal geliefert hat. Notwendige Umplatzierungen wurden notiert.

Nach abgeschlossener Messung wurden das Patientenkabel aus dem Gerät und von den Elektroden entfernt, der Gurt abgenommen und die Elektroden für die zweite Messung des Tages am Pferd belassen.

3.4.1.2 Anfertigung eines maternalen / Standard- Elektrokardiogramms

Da der im fetalen Elektrokardiogramm abgeleitete maternale Vektor von der Software vorbearbeitet wird, um die automatische Extraktion des fetalen Signals zu optimieren, kann dieser Vektor nicht für diagnostische Auswertungen herangezogen werden. Im Vergleich zu einem Standardelektrokardiogramm weisen die Signale eine leicht differierende Form auf.

Aus diesem Grund wurden auch Aufzeichnungen im normalen Elektrokardiogramm-Modus vorgenommen, um auch die Akzeptanz und Eignung der Technik für die Anfertigung eines Standardelektrokardiogramms zu erfassen.

Hierfür wurde die im Handbuch des Gerätes empfohlene Elektrodenplatzierung, wie in Tabelle 19 dargestellt, gewählt. Alle Elektroden wurden so platziert, dass sie durch den elastischen Deckengurt an den Stutenkörper gepresst werden.

Tabelle 19: Elektrodenplatzierung für ein Standard-Elektrokardiogramm

Elektrode	Elektrodenplatzierung (Gurtlage)
grün	2-3 cm rechts des Sternums in der Gurtlage
rot	Links, 30 cm ventral der Tuberos. procc. spinosi der Brustwirbel
schwarz	10 cm dorsal der roten Elektrode
gelb	Rechts, 30 cm ventral der Tuberos. procc. spinosi der Brustwirbel

Die Kabel zu den einzelnen Elektroden wurden ebenfalls unter dem Gurt versteckt. Auch hier wurde über das außerhalb der Box befindliche Notebook nach Start der Software eine kurze Beobachtung in Echt-Zeit vollzogen, um den Sitz der Elektroden zu kontrollieren und um den 2-Kanal-Betrieb im Gerät zu aktivieren. Die Betrachtung beziehungsweise Aufzeichnung erfolgte in der drei Vektoren-Ableitung. Folgende Ableitungen beziehungsweise Spannungsdifferenzen zwischen den Elektroden wurden abgebildet und aufgezeichnet:

Bipolare Standardableitung nach Einthoven:

Ableitung I: rot gegen gelb

Ableitung II: rot gegen grün

Ableitung III gelb gegen grün

Nach abgeschlossener Messung wurden der Gurt und das Gerät vom Stutenkörper abgenommen und die Elektroden für die zweite Messung des Tages am Pferd belassen.

3.5 Datenbearbeitung

Nach beendeter Aufzeichnung des Elektrokardiogramms wurden die auf der SD-Karte abgespeicherten Daten auf das Notebook transferiert und in die Televelt 100 Software importiert. Die Datenarchivierung erfolgte in der integrierten, alphabetisch angelegten Patientenverwaltung des Programms. Jedes Elektrokardiogramm wurde mit Patientennamen, sowie Datum und Uhrzeit der Aufzeichnung versehen und einer softwareintegrierten EKG-Analyse unterzogen, bei der entweder maternale oder fetale R-Zacken entsprechend des Aufzeichnungs- und Darstellungsmodus markiert wurden.

Als Einstellung wurde „Maximum Deviation: 30%“ belassen. Hierbei erzeugt ein Algorithmus Anmerkungen für die EKG-Kurve, die R-Spitzen-Markierungen und RR-Größenintervall-Informationen enthalten. Die R-Spitzen-Erkennung wird von einem R-Wellen-Detektor durchgeführt. Markierungen der R-Spitzen können sichtbar gemacht werden, irreguläre R-Spitzen wurden mit einer roten Linie markiert. Als irregulär wurden R-Spitzen angesprochen, welche um mindestens 30 % vom vorangegangenen R-R-Intervall variierten.

Die Herzfrequenz wurde aus dem zeitlichen Abstand der R-Zacken aufeinanderfolgender Herzaktionen auf einer „Schlag-zu-Schlag-Basis“ automatisch errechnet. Markierungen und Herzfrequenz jedes R-R-Intervalles konnten bei Bedarf auf dem Monitor sichtbar gemacht werden.

Zusätzlich wurde jedes fetale und maternale Elektrokardiogramm mittels der Softwareversion 4.1.3 des Televet 100 nachbearbeitet und nicht von der Software gekennzeichnete, jedoch dargestellte R-Zacken noch nachträglich manuell markiert. Fälschlicherweise angebrachte Markierungen wurden entfernt.

Über eine Zusatzfunktion der Software wurde der Herzfrequenzverlauf über die gesamte Messzeit graphisch dargestellt.

3.6 Auswertung

3.6.1 Auswertung des fetalen Elektrokardiogramms

Zur Auswertung dienten das am Monitor des Notebooks sichtbare Elektrokardiogramm, sowie der Ausdruck der Herzfrequenzverlaufskurve auf Papier mit einer Skalierung von 1 cm/ min. Hierbei wurden das nicht nachbearbeitete und das bearbeitete fetale Elektrokardiogramm jeweils gesondert ausgewertet unter Zuhilfenahme eines 30 cm Lineals.

Hierbei erfolgte eine Orientierung an der visuell semiquantitativen Auswertung des humanen Kardiotokogramms (TODROS et al., 1996).

Zur Beurteilung wurde bei den Verlaufsuntersuchungen eine Aufzeichnungszeit von 40 min herangezogen.

Bei der fetalen Herzfrequenzregistrierung wurden die Kardiographiemuster hinsichtlich folgender Parameter überprüft:

- Ausfallzeit der Herzfrequenzaufzeichnung mit Berechnung der Prozentfehlerzeit
- Rhythmus (soweit technisch beurteilbar)
- basale Herzfrequenz
- Minimum und Maximum der fetalen Herzfrequenz
- Anzahl der Akzelerationen
 - Typ I: Mindestdauer 30 Sekunden
 - Typ II: Mindestdauer eine Minute
- Dezelerationen (Mindestdauer 30 Sekunden)
- Amplitude der Typ I-Akzelerationen
- Dauer der längsten Akzeleration

Die Dauer der auswertbaren Signalerfassung wurde in Anlehnung an die von BREUER et al. (1976) verwendete Prozentfehlerzeit im Rahmen der Auswertung des humanen fetalen Elektrokardiogramms ermittelt. Registrierausfälle und Störungen wurden durch manuelle Markierung auf dem Papierausdruck der Herzfrequenzverlaufskurve quantitativ in ihrer Dauer erfasst und ihr prozentualer Anteil an der Gesamtaufzeichnungszeit nach folgender Formel berechnet (BREUER et al., 1976):

$$\text{Prozentfehlerzeit [\%]} = \frac{\text{Dauer der Fehlregistrierungen [min]} * 100}{\text{Gesamtregistrierdauer des fEKG [min]}}$$

Formel 1: Berechnung der Prozentfehlerzeit

Die Prozentfehlerzeit wurde in Anlehnung an die Autoren in sechs Kategorien und eine weitere siebte eingeteilt (Tabelle 20).

Tabelle 20: Kategorisierung der Prozentfehlerzeit (prozentualer Anteil der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit)

Kategorie	Prozentfehlerzeit
1	≤ 5 %
2	> 5 – 10 %
3	> 10 – 20 %
4	> 20 – 35 %
5	> 35 – 50 %
6	> 50 – 75 %
7	> 75 %

Die Beurteilung des Herzrhythmus erfolgte über visuelle Durchsicht des abgespeicherten Elektrokardiogramms auch unter zu Hilfenahme des Übersichtsmodus. Hierbei konnten alle Rhythmus-Unregelmäßigkeiten auf einen Blick betrachtet werden. Abweichungen wurden auf Papier notiert.

Als basale Herzfrequenz wurde in Anlehnung an die nach AYRES-DE-CAMPOS et al. (2004) modifizierte Definition aus der Humanmedizin die mittlere Herzfrequenz des über mindestens zwei Minuten stabilsten, niedrigsten Segments der Aufzeichnung angesehen.

Als Akzeleration wurden Herzfrequenzanstiege um mindestens 10 % der basalen Herzfrequenz wie von MATSUI et al. (1985) bei ihren Arbeiten mit der fetalen Elektrokardiographie an der trächtigen Stute beschrieben angesprochen.

Erhoben wurden die Anzahl der Akzelerationen mit einer Mindestdauer von 30 Sekunden (Typ I) und einer Minute (Typ II) in ihrer absoluten Anzahl, sowie eingeteilt in Kategorien.

Dies ist bereits in der Humanmedizin im Rahmen der routinemäßig durchgeführten cardiotokographischen Untersuchung zum fetalen Monitoring üblich, so dass dort diverse CTG-Scores existieren. Ziel der Scores ist die Vereinheitlichung der Interpretation (SCHNEIDER und GNIRS, 2000b). In der durchgeführten Studie wurde folgendermaßen in Kategorien eingeteilt (Tabelle 21).

Tabelle 21: Kategorisierung der Anzahlen an Akzelerationen und Dezelerationen

Kategorie	Absolute Anzahl Akzelerationen bzw. Dezelerationen/ 40 Minuten
0	Keine
1	1
2	2 – 5
3	> 5 – 10
4	> 10 - 15
5	> 15 – 20
6	> 20

Für die Akzelerationen vom Typ I wurde die mittlere Amplitude in einer 40 minütigen Aufzeichnung in Schlägen/ min ermittelt. Desweiteren wurde die Dauer der längsten Akzeleration einer 40 Minuten Aufzeichnung erhoben.

In nachfolgender Abbildung 6 ist exemplarisch die Auswertung einer Herzfrequenzverlaufskurve dargestellt.

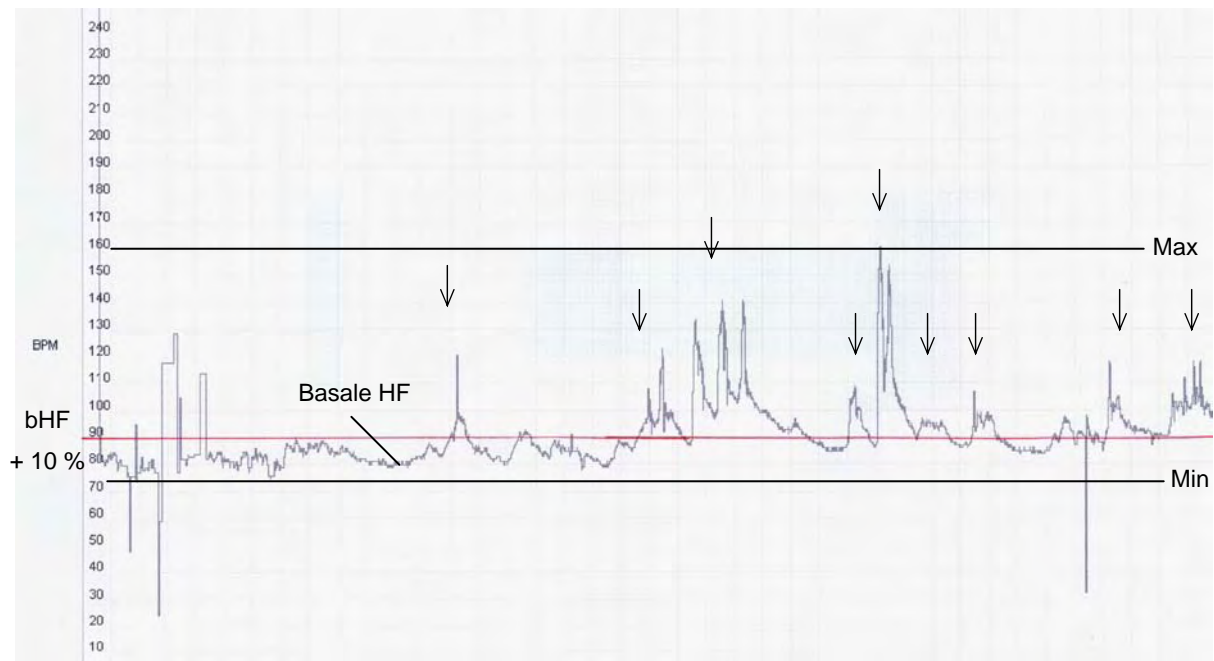


Abbildung 6: Fetale Herzfrequenzverlaufskurve über 40 Minuten, Kennzeichnung der basalen Herzfrequenz (bHF), des Beginns der Akzelerationen (mit „bHF + 10 %“ gekennzeichnete Linie), des Minimums (Min), Maximums (Max) und der Akzelerationen (Pfeile)

Zusätzlich erfolgte neben Erhebung der fetalen Parameter die Auswertung der mütterlichen Herzfrequenz durch die softwareintegrierte Analyse der maternalen R-Zacken. Über den Import der erhaltenen maternalen R-R-Intervalle eines 40 minütigen Intervalles in Microsoft® Office Excel 2002 konnten Minimum, Maximum und Mittelwert der R-R-Intervalle festgestellt werden. Allen von der Software als Arrhythmie erkannten und somit rot markierten Intervallen der EKG-Aufzeichnung wurde automatisch beim Import der Zahlenwert „-1“ zugeordnet. Um die Überprüfung zu beschleunigen, wurden nach absteigender Sortierung der Intervalldauern alle vorhandenen Intervalle mit dem Wert „-1“ gelöscht und anschließend mittels der vorhandenen Excelfunktionen die bereits erwähnten Parameter berechnet. Da die Intervalle in der Einheit [ms] vorlagen, mussten die erhaltenen Werte nach folgender Formel in die Herzfrequenz [Schläge/ min] ungerechnet werden:

$$\text{Herzfrequenz [Schläge/ min]} = \frac{60\,000\text{ms}}{\text{Dauer [ms]}}$$

Formel 2: Berechnung der Herzfrequenz anhand der Dauer eines R-R-Intervalles

Somit konnten aus einem angefertigten fetalen EKG Daten des nicht nachbearbeiten, des bearbeiteten fetalen EKGs und des transformierten maternalen EKGs gewonnen werden.

3.6.2 Auswertung des Standardelektrokardiogramms

Bei den in der Standardableitung aufgezeichneten Elektrokardiogrammen der ingraviden und graviden Stuten, wurden nach Korrektur fehlerhafter Markierungen die R-R-Intervalle eines 40 minütigen Zeitabschnittes in Microsoft® Office Excel 2002 (Microsoft Corporation) importiert. Bei tragenden Stuten wurden die Elektrokardiogramme als maternale EKGs und bei den ingraviden Stuten als Standardelektrokardiogramme bezeichnet. Die Parameter Mittelwert der Herzfrequenz, Minimum und Maximum wurden wie bereits im Rahmen des fetalen Elektrokardiogramms beschrieben, erhoben. Zusätzlich wurde das Vorkommen von Rhythmusaberrationen auf Papier notiert.

Benannt wurden AV-Blöcke 2. Grades und Extrasystolen, wobei keine Unterteilung in supra- oder ventrikuläre Extrasystolen erfolgte. Die Rhythmusunregelmäßigkeiten wurden nach MCGUIRK und MUIR (1995) definiert.

3.7 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereiches Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Dabei kam das Statistikprogrammpaket BMDP/Dynamic, Release 8.1 (Statistical Solutions Ltd., Irland) zur Anwendung.

Aufgrund der großen Variabilität der Trächtigkeitslänge, des variablen Vorstellungszeitpunktes der Stuten und somit Untersuchungsbeginns im Bezug zum Abfohlzeitpunkt wurden zur besseren Vergleichbarkeit die Messzeitpunkte in Tagen ante partum angegeben, wobei Tag 0 die letzten 24 Stunden vor der Geburt widerspiegelt.

Der Beginn der Messung variierte zwischen 26 und einem Tag ante partum. Bereits 26 Tage ante partum war nur eine Stute in der Klinik aufgestellt, wohingegen am Tag der Geburt insgesamt 21 Stuten für die Messung zur Verfügung standen.

Die tabellarische Datendarstellung erfolgte ab dem 15. Tag vor der Geburt, da vorher nur eine geringe Anzahl von Stuten für die Messungen in der Klinik zur Verfügung stand (Abbildung 7).

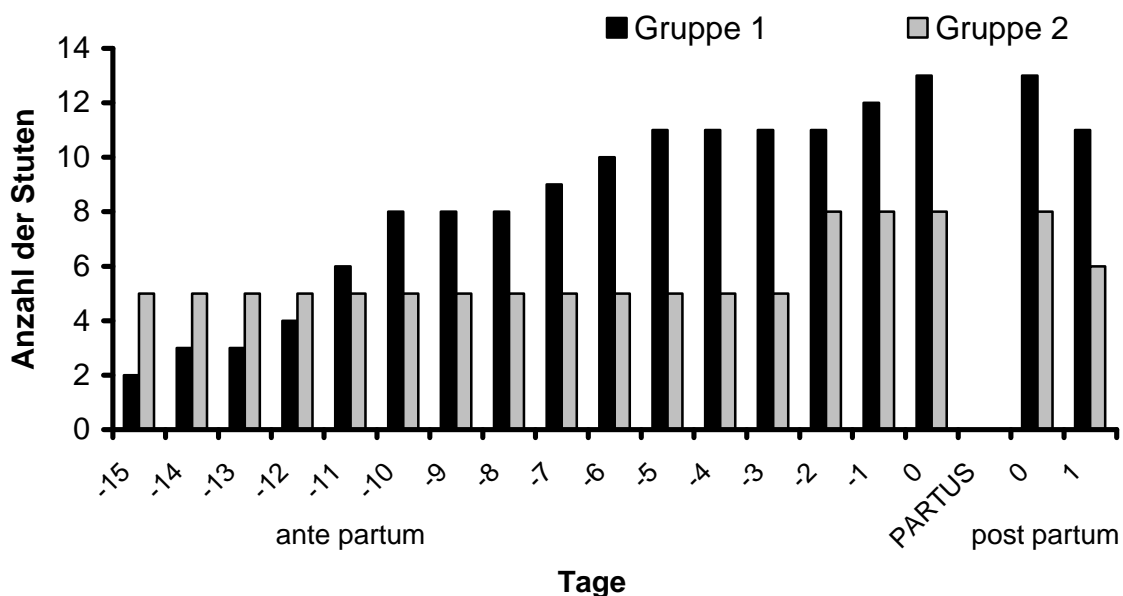


Abbildung 7: Anzahl der trächtigen Stuten der Verlaufuntersuchung (gesamt) pro Messtag ante und post partum aufgegliedert in die Gruppe 1 und 2 von Tag 15 bis 0 ante partum

Aufgrund des täglich abwechselnden Messrhythmus zur Anfertigung von fetalen und maternalen Elektrokardiogrammen und aufgrund des individuell unterschiedlichen antepartalen Vorstellungszeitpunktes, wurden für die Beschreibung und Auswertung der fetalen Werte Messintervalle von jeweils zwei Tagen gebildet, damit jeder Fetus, unabhängig, ob die Erstvorstellung an einem geraden oder ungeraden antepartalen Tag erfolgte, einmal im Intervall erschien.

Die Anzahlen der Stuten und fetalen Elektrokardiogramme für diese Messintervalle sind in Tabelle 22 aufgeführt.

Tabelle 22: Anzahl der Stuten (n_{Stute}) und aufgezeichneten fetalen Elektrokardiogramme (n_{fEKG}) in den einzelnen Gruppen (1 = ohne Komplikationen, 2 = mit Komplikationen) der Verlaufsuntersuchung an den entsprechenden paarweise zusammengefassten antepartalen Messtagen

Tage a. p.	Gruppe					
	Gesamt		1		2	
	n (Stute)	n (fEKG)	n (Stute)	n (fEKG)	n (Stute)	n (fEKG)
15 – 14	8	16	3	6	5	10
13 – 12	9	18	4	8	5	10
11 – 10	13	23	8	13	5	10
9 – 8	13	26	8	16	5	10
7 – 6	15	30	10	20	5	10
5 – 4	16	31	11	21	5	10
3 – 2	19	37	11	22	8	15
1 - 0	21	42	13	26	8	16
15 - 0		223		132		91

Die Herzfrequenzparameter der Stuten konnten zum einen anhand eigenständiger elektrokardiographischer Untersuchungen, zum anderen auch anhand des maternalen Vektors im fetalen Elektrokardiogramm ermittelt werden.

Zum Vergleich der Messung der Herzfrequenz mit den beiden Methoden (fetale und Standardelektrodenplatzierung) wurde eine Korrelations- und Hauptkomponentenanalyse durchgeführt. Die Korrelationsanalyse ergab eine signifikante Korrelation ($p < 0,0001$) zwischen beiden Methoden mit einem Korrelationskoeffizienten $r = 0,67$ und die Hauptkomponentenanalyse ergab die

Hauptkomponentengleichung $y = 0,889 * x + 6,28$, welche ausreichend nahe an der Winkelhalbierenden liegt. Aus diesem Grund wurde bei der Betrachtung der maternalen Herzfrequenzparameter auf die Messtechnik keine Rücksicht genommen, und die Werte der Muttertiere eines jeden Tages für die deskriptive Beschreibung und statistische Auswertung genutzt.

Insgesamt wurden in den letzten 15 Tagen vor der Geburt 211 und post partum 69 maternale Elektrokardiogramme angefertigt. Unterteilt in die einzelnen Gruppen, wurden antepartal in der Gruppe der unauffälligen Trächtigkeiten 123 maternale EKGs, sowie 43 EKGs post partum aufgezeichnet. Bei den Tieren mit Komplikationen in der Trächtigkeit wurden antepartal 86 und nach der Geburt 26 EKGs von den Mutterstuten angefertigt.

Die für die statistischen Berechnungen notwendigen Fallzahlen wurden ab Tag 11 vor der Geburt erreicht, so dass die Ermittlung von Signifikanzen mittels statistischer Testverfahren beginnend mit Tag 11 vor der Geburt erfolgte und die Daten ab diesem Zeitpunkt graphisch dargestellt wurden.

Die graphischen Darstellungen wurden mit Hilfe von Excel-Tabellen und den Diagramm-Funktionen dieses Programms (Microsoft® Office Excel 2002, Microsoft Corporation) erstellt.

Zur deskriptiven Datenbeschreibung wurde der arithmetische Mittelwert (\bar{x}_a) sowie die Standardabweichung ($\pm s$) berechnet und tabellarisch wiedergegeben.

Bei rechtsschiefer Verteilung positiver quantitativer Merkmale wurde eine logarithmische Transformation der Daten vorgenommen und zur Datenbeschreibung der geometrische Mittelwert (\bar{x}_g) und der Streufaktor (SF) verwendet.

In einigen Fällen musste bei rechtsschief verteilten Häufigkeiten mit vorkommendem Zahlenwert 0 vor der logarithmischen Transformation, der Empfehlung von SACHS (1992) folgend, die Zahl $\frac{3}{8}$ zum Zahlenwert addiert werden, um den nicht definierten Logarithmus von 0 zu vermeiden. Dies galt für die Parameter Anzahl der Akzelerationen Typ I und II und für die Anzahl der Extrasystolen und AV- Blöcke 2. Grades.

Zur Datenbeschreibung und Darstellung der rechtsschief verteilten Parameter wurden der geometrische Mittelwert (x_g) und der Streufaktor (SF) mit seiner positiven und negativen Abweichung verwendet ((DIEHL und KOHR, 1999 ; FASSL, 1999). Die Berechnung dieser Kennzahlen erfolgte nach folgenden Formel (Formel 3):

$$x_g = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * \dots * x_n}$$

Formel 3: Berechnung des geometrischen Mittelwertes

SF = 10^a mit a = Standardabweichung der logarithmierten Messwerte x_1 bis x_n

positive Abweichung = $x_g * SF - 1$

negative Abweichung = $x_g - (x_g / SF)$

Formel 4: Berechnung der positiven und negativen Abweichung des Streufaktors für die graphische Darstellung

Üblicherweise erfolgte die Angabe von Mittelwert und Standardabweichung bzw. Streufaktor eine Dezimalstelle genauer als die Originalwerte. Insgesamt galt ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$.

Anhand der mehrfaktoriellen Varianzanalyse in Form des Wald-Testes mit Messwiederholung bezüglich des Tages bzw. Intervalles und des Messzeitpunktes wurden die Effekte von Zeit, Messzeitpunkt und Gruppe auf die fetalen und maternalen Parameter untersucht. Desweiteren wurden die Wechselwirkungen der Faktoren untereinander überprüft.

Bei der Gegenüberstellung der Fohlendaten der Tage 8/ 7 und 1/ 0 ante partum mit den Ergebnissen der Beurteilung nach dem Giessener Vorsorgeschema I und II wurde aufgrund zu geringer Fallzahlen nur eine deskriptive Datenbeschreibung vorgenommen.

Für den Vergleich der fetalen Parameter der unbearbeiteten EKGs mit denen der nachträglich korrigierten Parameter wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse in Form des Wald-Testes mit Messwiederholung bezüglich des Intervalles und der Methode verwendet.

Mittels des exakten Testes nach Fischer wurde die Gruppenzugehörigkeit den Ergebnissen der Giessener Vorsorgeschemata I und II und dem postnatalen Schicksal gegenübergestellt.

Mittels einer Korrelationsanalyse in Form von Korrelationsdiagrammen wurde der Zusammenhang zwischen der maternalen und fetalen Herzfrequenz geprüft.

Folgende Bezeichnungen kamen bei der Benennung der Signifikanzstufen zum Einsatz:

$p \leq 0,0001$	hochsignifikant
$p \leq 0,01$	signifikant
$p \leq 0,05$	schwach signifikant
$p > 0,05$	nicht signifikant

4 Ergebnisse

4.1 Probandenkollektiv

Es wurden von 29 trächtigen Stuten 267 fetale und 297 maternale Elektrokardiogramme und 150 Elektrokardiogramme an ingraviden Stuten angefertigt. Bei tragenden Stuten wurden die Elektrokardiogramme als maternale EKGs und bei den ingraviden Stuten als Standardelektrokardiogramme bei gleicher Elektrodenplatzierung bezeichnet. Da neben dem unveränderten aufgezeichneten fetalen Elektrokardiogramm auch eine nachbearbeitete, korrigierte Fassung sowie das nach Transformation in die Einthoven-Ableitung erhaltene zugehörige maternale Elektrokardiogramm ausgewertet wurden, erhöht sich die Anzahl der ausgewerteten Elektrokardiogramme auf 534 fetale EKGs und 267 in die Einthoven-Ableitung transformierte Elektrokardiogramme, so dass insgesamt 1248 Elektrokardiogramme zur Auswertung herangezogen wurden (Tabelle 23).

Tabelle 23: Anzahl angefertigter fetaler (f) und maternaler (m) bzw. Standard (S)-elektrokardiogramme (EKG)

Gruppe		Anzahl der Tiere n = 45	fEKGs n = 267	m/ SEKGs a. p. / p. p. n = 447
Trächtigkeit ohne Komplikationen n = 17	Gruppe 1 (Verlaufsuntersuchung)	13	140	126/ 43
	Gruppe 3.1 (Einzeluntersuchung)	4	4	-
Trächtigkeit mit Komplikationen n = 13	Gruppe 2 (Verlaufsuntersuchung)	8	118	102/ 26
	Gruppe 3.2/ 3.3 (Einzeluntersuchung)	5	5	-
Ingravide Stuten		15	-	150

4.1.1 Geburt

Aus 30 untersuchten trächtigen Stuten gingen 29 Fohlen hervor, da eine Stute sowohl im Rahmen einer Einzeluntersuchung untersucht wurde als auch zu einem späteren, geburtsnahen Zeitpunkt zur Geburtsüberwachung in die Klinik eingestallt wurde.

Bei drei der einmalig untersuchten Stuten war aufgrund des unbekanntes Deckdatums keine exakte Aussage zur Trächtigkeitsdauer am Tag des Partus zu treffen. Eine dieser Stute brachte zudem im heimatischen Stall ihr Fohlen zur Welt ohne Wissen um die exakte Graviditätslänge. Jedoch waren diese drei Stuten vorberichtlich mindestens 300 Tage tragend.

Die Trächtigkeitsdauer der 15 Stuten ohne Komplikationen während der Gravidität mit bekanntem Besamungs-/ Decktermin betrug im Mittel $342,5 \pm 10,3$ Tage, in der Gruppe der 10 Stuten mit Komplikationen während der Gravidität dauerte die Trächtigkeit im Schnitt $342,3 \pm 11,0$ Tage. Eine Stute aus dieser Gruppe abortierte am 288. Trächtigkeitstag.

Durchschnittlich fand die Geburt am $342,4 \pm 10,3$ Trächtigkeitstag statt, wobei hier der Abort eines Tieres am 288. Tag nicht miteinbezogen wurde.

4.1.1.1 Geburtsverlauf

Auf das Gesamtkollektiv bezogen konnte eine Spontangeburt ohne Hilfe bei 19 Stuten (66 %) beobachtet werden, bei sieben (21 %) beziehungsweise zwei Geburten (7 %) mussten die Fohlen unter leichter beziehungsweise mittelschwerer Zughilfe entwickelt werden. An einer Stute wurde eine Sectio caesarea (3 %) durchgeführt. Bei den Stuten ohne Auffälligkeiten während der Trächtigkeit (Gruppe 1 und 3.1) kam es 13mal (76 %) zu einer Spontangeburt und in vier Fällen (23 %) mussten die Fohlen unter leichter Zughilfe entwickelt werden.

Im Rahmen der Trächtigkeiten mit Komplikationen fehlten sechs Tiere (50 %) spontan, drei Stuten (25 %) mussten mit leichter Zughilfe unterstützt werden und in zwei Fällen (17 %) fand ein mittelschwerer Auszug statt, wobei bei zwei Geburten Geburtshilfe erforderlich war und eine fehlerhaften Kopfhaltung korrigiert werden musste. An einer weiteren Stute (8 %) mussten aufgrund einer nicht korrigierbaren Kopfseitenhaltung des Fohlens ein Kaiserschnitt vorgenommen werden (Tabelle 24 und Abbildung 8).

Tabelle 24: Geburtsverlauf der Stuten (n = 29) in den einzelnen Gruppen

	Gruppe	Spontan- geburt	Konservative Geburtshilfe		Sectio caesarea
			Leichter Auszug	Mittelschwerer Auszug	
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gesamt n = 17	13 (76 %)	4 (24 %)	-	-
	Gruppe 1 n = 13	9 (69 %)	4 (31%)	-	-
	Gruppe 3.1 n = 4	4 (100 %)	-	-	-
Trächtigkeit mit Komplikationen	Gesamt n = 12	6 (50 %)	3 (25 %)	2 (17 %)	1 (8 %)
	Gruppe 2 n = 8	4 (50%)	2 (25 %)	2 (25 %)	-
	Gruppe 3.2/ 3.3 n = 4	2 (50 %)	1 (25 %)	-	1 (25 %)
Gesamt (n = 29)		19 (66 %)	7 (24 %)	2 (7 %)	1 (3 %)

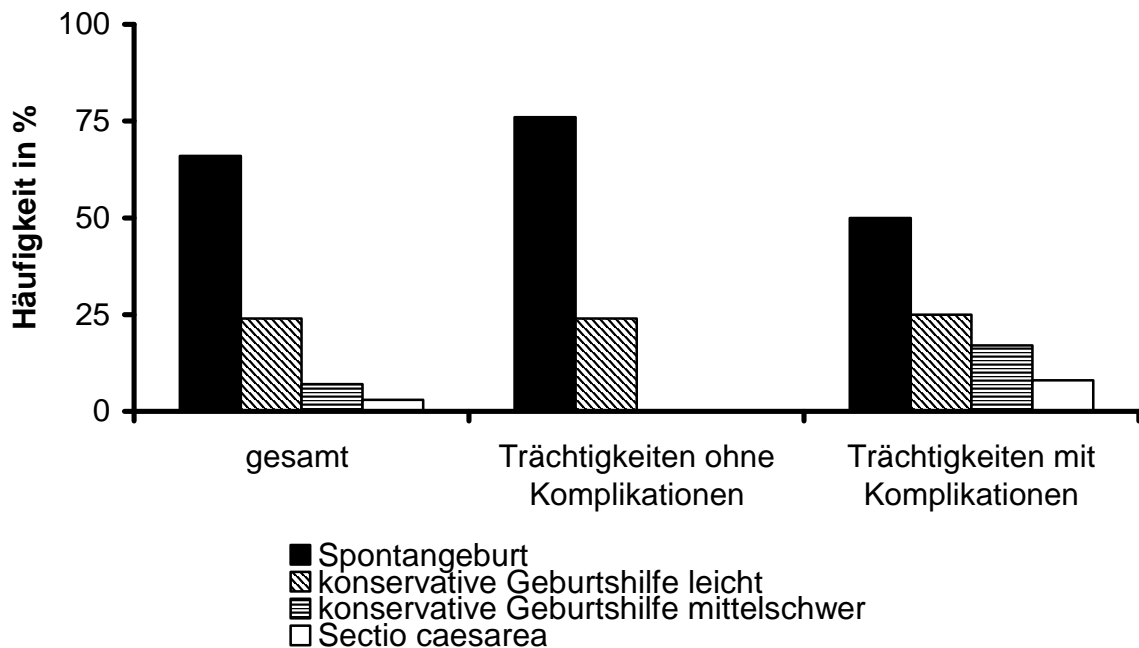


Abbildung 8: Relative Verteilung der Art des Geburtsverlaufes aller Stuten (n = 29), der Stuten mit komplikationsloser Trächtigkeit (n = 17) und Stuten mit Risikoträchtigkeit (n = 12)

Die Gruppe der Neonaten und der abortierte Fetus setzten sich aus 15 Hengst- (52 %) und 13 Stutfohlen (45 %) zusammen, bei einem Neonaten (3 %) existierte keine Geschlechtsangabe. In den einzelnen Gruppen konnte mit Werten um 50 % eine relativ gleichmäßige Geschlechterverteilung festgestellt werden. Nur in der Gruppe der Risikoträchtigkeiten war eine geringgradig höhere Anzahl an Hengstfohlen (5/62,5 %) geboren worden (Tabelle 25).

Tabelle 25: Geschlechterverteilung der Fohlen in den einzelnen Gruppen

	Gruppe	Hengstfohlen	Stutfohlen	Geschlecht unbekannt
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gesamt n = 17	7 (41 %)	9 (53 %)	1 (6 %)
	Gruppe 1 n = 13	6 (46 %)	7 (54 %)	
	Gruppe 3.1 n = 4	1 (25 %)	2 (50 %)	1 (25 %)
Trächtigkeit mit Komplikationen	Gesamt n = 12	7 (58 %)	5 (42 %)	-
	Gruppe 2 n = 8	5 (62,5 %)	3 (37,5 %)	-
	Gruppe 3.2/ 3.3 n = 4	2 (50 %)	2 (50 %)	-
Gesamt (n = 29)		14 (48 %)	14 (48 %)	1 (3 %)

4.1.2 Beurteilung der Neonaten

Bei fünf von 29 Fohlen (17 %) konnten Zeichen einer Präamaturität festgestellt werden. Drei dieser fünf Fohlen waren zwischen drei Wochen und vier Tagen vor dem errechneten Geburtstermin geboren, ein Fohlen am 288. Tag abortiert worden. Desweiteren wurden fünf Neonaten (17 %) als hypotroph beurteilt, wobei drei dieser Fohlen bereits präamatur eingestuft waren.

4.1.2.1 Giessener Vorsorgeschema

Giessener Vorsorgeschema I (1. – 60. Minute post natum)

Insgesamt war bei drei der 29 geborenen Fohlen (10 %) aufgrund unmittelbar postnataler Euthanasie bedingt durch fehlende Lebensfähigkeit nach Abort im 10. Monat, sowie aufgrund erfolgloser postnataler Reanimation und fehlender Information nach Geburt im heimatlichen Stall keine Beurteilung nach dem Schema möglich, so dass die restlichen 26 Neonaten zur näheren Betrachtung herangezogen wurden.

Aufgrund der Beurteilung nach dem Giessener Vorsorgeschema I konnten 22 (85 %) der 26 Fohlen als vital, zwei (8 %) als gefährdet und zwei (8 %) als hochgradig gefährdet eingestuft werden. Von den 16 beurteilten Neonaten, welche von Stuten mit unauffälligen Trächtigkeiten (Gruppe 1 und 3.2) geboren worden waren, waren 14 (87,5 %) als vital und nur zwei Fohlen (12,5 %) als gefährdet eingestuft worden. Ein Fohlen konnte aufgrund der Geburt im heimatlichen Stall nicht beurteilt werden und ging nicht mit in die Betrachtung ein.

Von den Neonaten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen waren acht Tiere (80 %) als vital und zwei Fohlen (20 %) als hochgradig gefährdet beurteilt worden. Zwei Neonaten konnten aus bereits erwähnten Gründen nicht bewertet werden (Tabelle 26 und Abbildung 9).

Zwischen den Neonaten aus unauffälligen Trächtigkeiten und Trächtigkeiten mit Komplikationen lagen keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Bewertung nach dem Giessener Vorsorgeschema vor ($p = 0,13$).

Tabelle 26: Beurteilung der zur Verfügung stehenden Fohlen (n = 26) nach dem Giessener Vorsorgeschema I (1 - 60 Minuten post natum)

	Gruppe	9 - 8 Punkte „vital“	7 - 6 Punkte „gefährdet“	< 6 Punkte „hgr. gefährdet“
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gruppe 1 n = 13	12 (92 %)	1 (8 %)	-
	Gruppe 3.1 n = 3	2 (67%)	1 (33 %)	-
	Gesamt n = 16	14 (87,5 %)	2 (12,5 %)	-
Trächtigkeit mit Komplikationen	Gruppe 2 n = 8	7 (87,5 %)	-	1 (12,5 %)
	Gruppe 3.2/ 3.3 n = 2	1 (50 %)	-	1 (50 %)
	Gesamt n = 10	8 (80 %)	-	2 (20 %)
Gesamt (n =26)		22 (85 %)	2 (8 %)	2 (8 %)

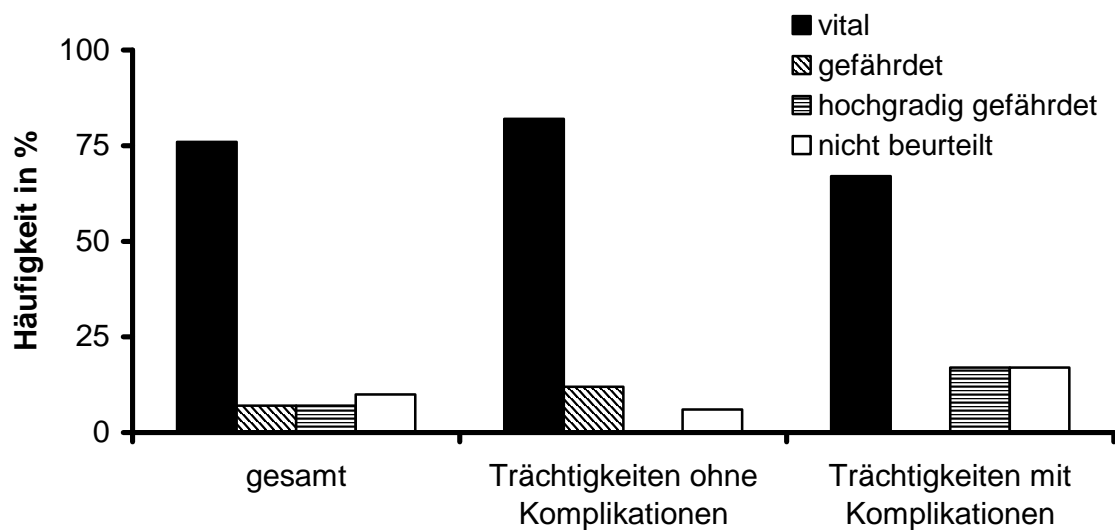


Abbildung 9: Beurteilung aller Fohlen (n = 29), der Fohlen aus komplikationslosen Trächtigkeiten (n = 17) und Graviditäten mit Komplikationen (n = 12) nach dem Giessener Vorsorgeschema I

Giessener Vorsorgeschema II (6. – 24. Stunde post natum)

Eine weitere Bewertung des Gesundheitszustandes der Fohlen zwischen der 6. und 24. Lebensstunde ergab bei den 26 beurteilten Neonaten folgendes Ergebnis. 15 Neugeborene (94 %) aus unauffälligen Trächtigkeiten (Gruppe 1 und 3.1) besaßen eine normale Entwicklung. Ein Fohlen (6 %) musste als gefährdet eingestuft werden. Ein Fohlen stand wie bereits erwähnt nicht für die Bewertung zur Verfügung.

Im Gegensatz dazu konnten nur vier (40 %) der zehn beurteilten Neonaten aus gestörten Graviditäten (Gruppe 2, 3.2, 3.3) eine normale Entwicklung vorweisen. Vier (40 %) bzw. zwei Fohlen (20 %) aus dieser Gruppe mussten als gefährdet bzw. hochgradig gefährdet beurteilt werden. Zwei Fohlen konnten aus bekannten Gründen nicht nach dem Schema bewertet werden (Tabelle 27 und Abbildung 10).

Die aus Trächtigkeiten mit Komplikationen hervorgegangen Neonaten wurden signifikant häufiger als gefährdet eingestuft als Neonaten aus komplikationslosen Graviditäten ($p = 0,0075$).

Tabelle 27: Bewertung der Entwicklung der Fohlen ($n = 26$) nach dem Giessener Vorsorgeschema II (6. – 24. Std. post natum)

	Gruppe	9 - 8 Punkte „vital“	7 - 6 Punkte „gefährdet“	< 6 Punkte „hgr. gefährdet“
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gruppe 1 n = 13	13 (100 %)	-	-
	Gruppe 3.1 n = 3	2 (67 %)	1 (33 %)	-
	Gesamt n = 16	15 (94 %)	1 (6 %)	-
Trächtigkeit mit Komplikationen	Gruppe 2 n = 8	3 (37,5 %)	4 (50 %)	1 (12,5 %)
	Gruppe 3.2/ 3.3 n = 2	1 (25 %)	-	1 (25 %)
	Gesamt n = 10	4 (40 %)	4 (40 %)	2 (20 %)
Gesamt (n = 26)		19 (73 %)	5 (19 %)	2 (8 %)

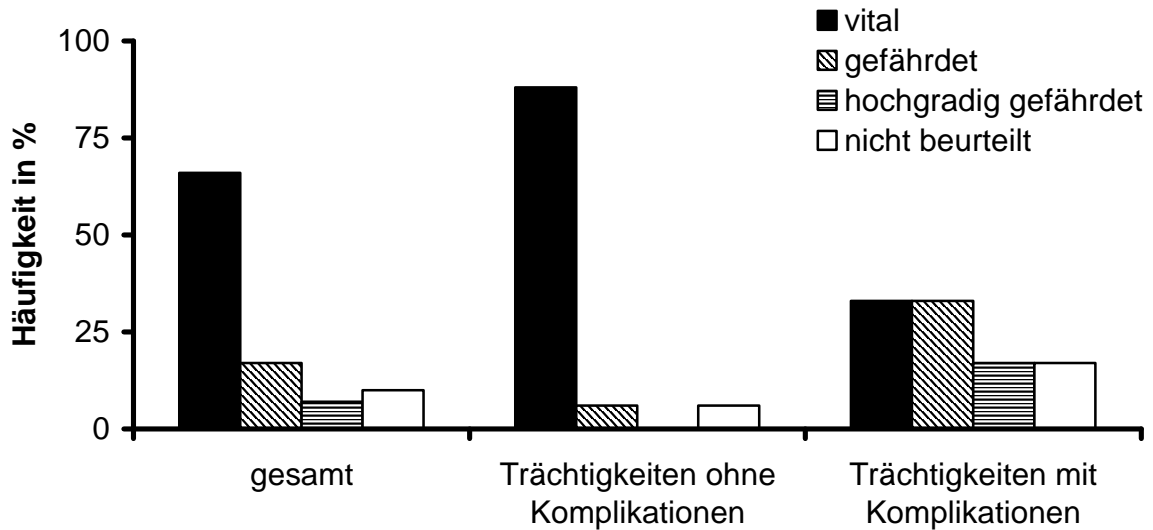


Abbildung 10: Beurteilung aller Fohlen (n = 29), der Fohlen aus komplikationslosen Trächtigkeiten (n = 17) und Graviditäten mit Komplikationen (n = 12) nach dem Giessener Vorsorgeschema II

Bei kombinierter Betrachtung der Beurteilung nach den Giessener Vorsorgeschemata I und II konnte folgendes festgestellt werden.

Bei den Neonaten aus komplikationslosen Trächtigkeiten konnten die 14 im Giessener Vorsorgeschema I als vital eingestuft Fohlen auch im Giessener Vorsorgeschema II derartig beurteilt werden. Ein Fohlen verbesserte sich nach anfänglicher Einstufung als gefährdet auf eine normale Entwicklung im zweiten Schema, wohingegen ein weiteres gefährdetes Fohlen auch im Giessener Vorsorgeschema II derartig eingestuft werden musste.

Bei den Neugeborenen aus Trächtigkeiten mit Komplikationen konnte nur die Hälfte der acht im Vorsorgeschema I als vital beurteilten Individuen auch bei der späteren Bewertung als normal entwickelt eingestuft werden, wohingegen sich die andere Hälfte der Fohlen im zweiten Vorsorgeschema verschlechterte und als gefährdet eingestuft werden musste. Zwei weitere Fohlen wurden sowohl bei der ersten, als auch der zweiten Beurteilung als hochgradig gefährdet angesprochen (Tabelle 28).

Tabelle 28: Kombinierte Betrachtung der Ergebnisse des Giessener Vorsorgeschemas I (GV I) und II (GV II) bei den komplikationslosen und gestörten Trächtigkeiten (n = 26) (hgr. = hochgradig)

	GV I	GV II			gesamt
		Normale Entwicklung	Gefährdet	Hgr. gefährdet	
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Vital	14 (100 %)	-	-	14
	Gefährdet	1 (50 %)	1 (50 %)	-	2
	Hgr. gefährdet	-	-	-	-
	Gesamt	15	1	-	16
Trächtigkeit mit Komplikationen	Vital	4 (50 %)	4 (50 %)	-	8
	Gefährdet	-	-	-	-
	Hgr. gefährdet	-	-	2 (100 %)	2
	Gesamt	4	4	2	10

4.1.2.2 Segmentale Untersuchung

26 der 29 Fohlen wurden nach der Geburt einer segmentalen Untersuchung unterzogen. Dabei konnten 12 Fohlen (75 %) aus ungestörten Trächtigkeiten als unauffällig eingestuft werden, wohingegen sich nur vier (40 %) aus den Graviditäten mit Komplikationen hervorgegangenen Fohlen unauffällig präsentierten (Tabelle 29).

Tabelle 29: Ergebnisse der segmentalen Untersuchung der beurteilten Neonaten (n = 26)

	Gruppe	Unauffällig	Auffällig
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gruppe 1 n = 13	10 (77 %)	3 (23 %)
	Gruppe 3.1 n = 3	2 (66 %)	1 (33 %)
	Gesamt n = 16	12 (75 %)	4 (25 %)
Trächtigkeit mit Komplikationen	Gruppe 2 n = 8	3 (37,5 %)	5 (62,5 %)
	Gruppe 3.2/ 3.3 n = 2	1 (50 %)	1 (50 %)
	Gesamt n = 10	4 (40 %)	6 (60 %)
Gesamt (n = 26)		16 (62 %)	10 (38 %)

Bei differenzierter Betrachtung der Auffälligkeiten im Untersuchungsgang konnten unterschiedliche Befunde erhoben werden. Von den sechs (60 %) aus mit Komplikationen verbundenen Trächtigkeiten hervorgegangenen und als auffällig eingestuft Fohlen wies eines eine Hyperextension und eines eine Verkürzung der Beugesehen an den Vordergliedmaßen, eines eine postnatale Kopfschiefhaltung, eines eine unvollständig belüftete Lunge und ein Fohlen einen sehr schwach ausgeprägten Saugreflex auf. Ein Fohlen besaß eine unregelmäßige Atmung, kein Stehvermögen, eine Hyperextension der Beugesehnen im Bereich der Hintergliedmaße, sowie einen kaum ausgeprägten Saugreflex.

In der Gruppe der Tiere mit unauffälliger Gravidität konnten bei vier Tieren (25 %) Abweichungen von der Norm in Form von Hyperextension der Beugesehnen und

einer Instabilität in der Hintergliedmaße mit Problemen beim Aufstehen beobachtet werden. Ebenfalls eine Hyperextension der Beugesehnen an den Hintergliedmaßen, mit zusätzlicher Beugesehnenverkürzung und Achsenabweichung an den Vordergliedmaßen wurde bei einem weiteren Fohlen beobachtet.

Somit wurden bei den insgesamt zehn in der segmentalen Untersuchung aufgefallenen Fohlen siebenmal (70 %) nur Abweichungen im Bezug auf den Bewegungsapparat, sowie je einmal (10 %) zusätzlich Veränderungen bezogen auf Saugreflex und Lungenbelüftung festgestellt (Tabelle 30)

Tabelle 30: Differenzierte Darstellung der Befunde bei den klinisch auffälligen Fohlen (n = 10)

	Gruppe	Fohlennummer	Befund der segmentalen Untersuchung
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gruppe 1	7	Hyperextension der Beugesehnen an den Hintergliedmaßen
		19	Instabilität in der Beckengliedmaße mit Problemen beim Aufstehen
		14	Hyperextension der Beugesehnen an den Hintergliedmaßen
	Gruppe 3.1	29	Beugesehnenverkürzung und Achsenabweichung an den Vordergliedmaßen, Hyperextension der Beugesehnen an den Hintergliedmaßen
Trächtigkeit mit Komplikationen	Gruppe 2	12	Hyperextension der Beugesehnen an den Vordergliedmaßen
		13	Unvollständig belüftete Lunge, flacher Puls, verminderte Darmmotorik, hochgradig gestörtes Allgemeinbefinden
		15	Schwacher Saugreflex
		16	Kopfschiefhaltung
		20	Beugesehnenkontraktur im Bereich beider Karpi
	Gruppe 3.2	23	unregelmäßige Atmung, kein Stehvermögen, Hyperextension der Beugesehnen an den Hintergliedmaßen, schwacher Saugreflex

4.1.2.3 Schicksal post natum

28 der 29 Fohlen wurden hinsichtlich ihres postnatalen Schicksals im Bezug auf Entlassung und Erkrankung beurteilt, von einem Fohlen lagen aufgrund der Geburt im heimatlichen Stall keine Informationen vor. Von den 28 beurteilten Fohlen konnten 19 (68 %) ohne postnatale Erkrankungen gesund nach Hause entlassen werden, drei Neonaten (11 %) erkrankten unmittelbar nach der Geburt. Von diesen Fohlen entwickelten zwei Hengstfohlen eine Mekoniumobstipation und ein Stutfohlen eine Lungensymptomatik. Jedoch konnten die Tiere zu einem späteren Zeitpunkt gesund nach Hause entlassen werden.

Zwei Fohlen (7 %) verstarben in der postnatalen Periode, eines davon perakut am zweiten Lebenstag unter der Symptomatik einer hochgradig blutig-wässrigen Diarrhoe mit Clostridienbeteiligung und ein Fohlen unmittelbar post natum nach erfolgloser Reanimation. Vier weitere Fohlen (14 %), einschließlich des im 10. Trächtigkeitsmonat abortierten Fetus, mussten euthanasiert werden, darunter zwei prämatüre Fohlen aufgrund einer deutlichen Verschlechterung der Vitalparameter. Das dritte Fohlen musste nach einer durch die Stute erlittenen Trittverletzung in der zweiten Lebenswoche erlöst werden (Tabelle 31).

Von dem im heimatlichen Stall geborenen Fohlen liegen keine genaueren Informationen über das postnatale Schicksal vor.

Es fällt ein deutlicher Unterschied zwischen den Gruppen auf. Nahezu alle aus Stuten mit ungestörter Gravidität (Gruppe 1 und 3.1) hervorgegangenen Fohlen (88 %) konnten gesund nach Hause entlassen werden, wohingegen dies nur bei fünf (42 %) der zwölf aus Risikoträchtigkeiten (Gruppe 2) hervorgegangenen Neonaten der Fall war. Je zwei Fohlen (17 %) aus der Gruppe mit gestörtem Trächtigkeitsverlauf erkrankten bzw. verstarben. Eine Euthanasie erfolgte bei drei Tieren (25 %) dieser Gruppe.

Von den aus unauffälligen Trächtigkeiten hervorgegangenen Neonaten erkrankte ein Fohlen postnatal, ein weiteres musste euthanasiert werden (Tabelle 31, Abbildung 11).

Der festgestellte Unterschied zwischen den Neonaten aus komplikationslosen Graviditäten und Trächtigkeiten mit Komplikationen erwies sich als statistisch nicht signifikant ($p = 0,069$).

Tabelle 31: Postnatale Entwicklung der Fohlen aus den Stutengruppen ohne und mit Komplikationen während der Trächtigkeit (n = 28)

	Gruppe	gesund	Nicht gesund		
			erkrankt	verstorben	Euthanasie
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gruppe 1 n = 13	12 (92 %)	1 (8 %)		
	Gruppe 3.1 n = 3	2 (66 %)			1 (33 %)
	Gesamt n = 16	14 (88 %)	1 (6 %)		1 (6 %)
Trächtigkeit mit Komplikationen	Gruppe 2 n = 8	4 (50 %)	2 (25,0 %)	1 (12,5 %)	1 (12,5 %)
	Gruppe 3.2/ 3.3 n = 4	1 (25 %)		1 (25 %)	2 (50 %)
	Gesamt n = 12	5 (42 %)	2 (17 %)	2 (17 %)	3 (25 %)
Gesamt (n = 28)		19 (68 %)	3 (11 %)	2 (7 %)	4 (14 %)

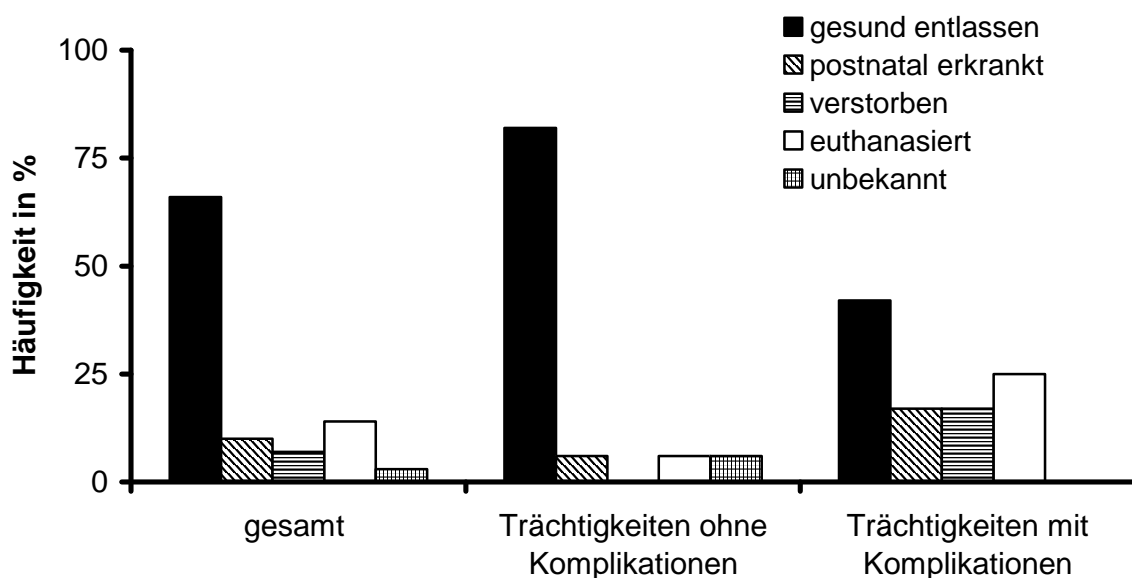


Abbildung 11: Relative Verteilung des postnatalen Schicksals der Fohlen aus allen trächtigen Stuten (n = 29), der Fohlen aus unauffälligen Trächtigkeiten (Gruppe 1, 3.1; n = 17) und Graviditäten mit Komplikationen (Gruppe 2, 3.2, 3.3; n = 12)

Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse des Giessener Vorsorgeschemas I und dem postnatalen Schicksal post natum präsentierte sich in der Gruppe der unauffälligen Trächtigkeiten folgendes Bild:

Von den 14 als vital beurteilten Fohlen waren 13 gesund geblieben und gesund nach Hause entlassen worden. Nur ein Fohlen entwickelte am siebten Lebenstag eine Erkrankung mit Lungensymptomatik, konnte jedoch zu einem späteren Zeitpunkt gesund nach Hause entlassen werden. Eines der zwei als gefährdet beurteilten Individuen entwickelte sich normal, während das andere postnatal gegen Ende der ersten Lebenswoche aufgrund der seit Geburt bestehenden Aufstehproblematik eine Fraktur, vermutlich durch das Muttertier, erlitt und daraufhin euthanasiert werden musste.

In der Gruppe der komplikationsbehafteten Trächtigkeiten erkrankten drei von den acht als vital beurteilten Neonaten, nur fünf konnten gesund nach Hause entlassen werden. Dabei trat zweimal eine Mekoniumobstipation mit späterer Entlassung und einmal eine hochgradig Diarrhoe am zweiten Lebenstag mit Todesfolge auf. Die zwei als hochgradig gefährdeten Neonaten erkrankten auch postnatal bzw. entwickelten sich aufgrund ihrer Prämaturität nicht normal (Tabelle 32).

Tabelle 32: Darstellung des postnatalen (p. n.) Schicksals der Neonaten aus komplikationslosen Trächtigkeiten und Graviditäten mit Komplikationen im Bezug zur Beurteilung nach dem Giessener Vorsorgeschema I (GV I) (hgr. = hochgradig)

	Schicksal p. n.	GV I				gesamt
		vital	Gefährdet	Hgr. gefährdet	Nicht beurteilt	
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gesund	13 (92 %)	1 (7 %)	-	-	14
	krank	1 (50 %)	1 (50 %)	-	-	2
	Nicht beurteilt	-	-	-	1 (100 %)	1
	Gesamt	14 (82 %)	2 (12 %)	-	1 (6 %)	17
Trächtigkeit mit Komplikationen	gesund	5 (100 %)	-	-	-	5
	krank	3 (60 %)	-	2 (40 %)	-	5
	Nicht beurteilt	-	-	-	2 (100 %)	2
	Gesamt	8 (66 %)	-	2 (17 %)	2 (17 %)	12

Von den 15 nach dem Giessener Vorsorgeschema II als vital beurteilten Neonaten aus komplikationslosen Trächtigkeiten konnten 14 Fohlen gesund nach Hause entlassen werden, nur ein Fohlen entwickelte eine Erkrankung (Lungensymptomatik am 7. Lebenstag). Der gefährdete Neugeborene dieser Gruppe erkrankte nach der Geburt (Fraktur nach Trittverletzung, erste Lebenswoche).

In der Gruppe der Trächtigkeiten mit Komplikationen wurden alle vier vitalen Neonaten gesund nach Hause entlassen. Einer der vier als gefährdet eingestuften Neonaten konnte ebenfalls gesund entlassen werden, die übrigen drei gefährdeten und beide hochgradig gefährdeten Tiere entwickelten eine Erkrankung (Mekoniumobstipation, Diarrhoe und Folgen der Prämaturität) (Tabelle 33). Zwei der gefährdeten Fohlen konnten später gesund entlassen werden, das dritte Fohlen verstarb am zweiten Lebenstag. Die beiden hochgradig gefährdeten Neonaten wurden aufgrund von einer Verschlechterung der Vitalparameter euthanasiert.

Tabelle 33: Darstellung des postnatalen (p. n.) Schicksals der Neonaten aus komplikationslosen Trächtigkeiten und Graviditäten mit Komplikationen im Bezug zur Beurteilung nach dem Giessener Vorsorgeschema II (GV II) (hgr. = hochgradig)

	Schicksal p. n.	GV II				gesamt
		vital	Gefährdet	Hgr. gefährdet	Nicht beurteilt	
Trächtigkeit ohne Komplikationen	Gesund	14	-	-	-	14
	krank	1	1	-	-	2
	Nicht beurteilt	-	-	-	1	1
	Gesamt	15	1	-	1	17
Trächtigkeit mit Komplikationen	gesund	4	1	-	-	5
	Krank	-	3	2	-	5
	Nicht beurteilt	-	-	-	2	2
	Gesamt	4	4	2	2	12

4.2 Klinische Untersuchung

Bei allen trächtigen Stuten der Verlaufsuntersuchung konnte mittels rektaler Palpation bei Einstellung ein lebender Fetus festgestellt werden.

Auch die Stuten, welche im Rahmen der Einzeluntersuchung in die Messung einbezogen wurden, wurden vor Beginn der elektrokardiographischen Messung im Zwangsstand untersucht. Bei vier von neun Stuten (44,4 %) konnten rektal/ vaginal weder spontan noch nach digitaler Provokation fetale Fruchtbewegungen detektiert werden.

Eine der untersuchten, kolikenden Stuten, vorberichtlich 354 Tage nach der letzten Besamung, befand sich basierend auf den Ergebnissen der manuellen vaginalen Untersuchung in der Geburt.

4.2.1 Körpertemperatur und Atemfrequenz

4.2.1.1 Trächtige Stuten der Verlaufsuntersuchung

Temperatur

Ante partum

Während der letzten 15 Tage bis einschließlich einen Tag vor der Geburt zeigte sich bei Betrachtung aller trächtigen Tiere ein annähernd konstanter Temperaturverlauf mit Schwankungen zwischen $37,65 \pm 0,21$ und $38,03 \pm 0,65$ °C, wobei eine Stute (Tiernummer 15) am 15. und 14. Tag vor der Geburt Fieber mit Temperaturen von 39,2 und 39,6 °C zeigte. In den letzten 24 Stunden vor der Geburt sank die mittlere Körperinnentemperatur auf $37,55 \pm 0,30$ °C ab.

Bei den Stuten der Gruppe 1 konnte ebenfalls zwischen dem 15. Tag und einem Tag vor der Geburt eine sich relativ konstant verhaltende Körperinnentemperatur mit mittleren Werten zwischen $37,67 \pm 0,15$ °C und $37,82 \pm 0,23$ °C gemessen werden. In den letzten 24 Stunden vor der Geburt trat ein Abfall auf $37,53 \pm 0,23$ °C auf. Jedoch war auch hier keine durch den Faktor Zeit bedingten Veränderungen in den Werten erkennbar ($p = 0,36$).

In Gruppe 2 pendelten die durchschnittlichen Werte nach anfänglich höheren Werten ($38,06 \pm 0,66$ °C an Tag 15, $38,16 \pm 0,82$ °C an Tag 14 und $37,90 \pm 0,4$ °C an Tag 13), zwischen $37,50 \pm 0,33$ °C und $37,76 \pm 0,15$ °C und waren damit niedriger als bei den unauffälligen Stuten. (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 63, Abbildung 12).

Ein Unterschied zwischen den Gruppen konnte nicht statistisch belegt werden ($p = 0,13$), ebenso fehlte eine zeitbedingte Veränderung mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt ($p = 0,36$).

Zusätzlich war keine Wechselwirkung zwischen Gruppe und Zeit erkennbar ($p = 0,26$).

Post partum

Postpartal wurden höhere Werte als im unmittelbaren geburtsnahen Zeitraum gemessen. Innerhalb der ersten 24 beziehungsweise 48 Stunden betrug die mittlere Körperinnentemperatur aller Stuten $37,90 \pm 0,30$ °C beziehungsweise $37,89 \pm 0,68$ °C. Eine Stute (Tiernummer 10) entwickelte nach 24 Stunden post partum Fieber mit $40,2$ °C.

In beiden Gruppen war die Temperatur mit $37,89 \pm 0,36$ °C und $37,93 \pm 0,86$ °C (Gruppe 1) bzw. $37,91 \pm 0,22$ °C und $37,82 \pm 0,33$ °C (Gruppe 2) ebenfalls höher als vor der Geburt (Tabelle 34, Abbildung 12).

Im postpartalen Verlauf konnte kein signifikanter Einfluss von Zeit ($p = 0,79$), Gruppe ($p = 0,85$) oder eine Wechselwirkung beider ($p = 0,67$) festgestellt werden.

Tabelle 34: Rektale Körperinnentemperatur (°C) post partum (p. p.) aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (\bar{x}_a) die Standardabweichung (S), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n) (Std. = Stunden)

Std p. p.	Gruppe	Anzahl Stuten	Körperinnentemperatur (°C)		
			$\bar{x}_a \pm s$	Min	Max
0 – 24	Gesamt	21	$37,90 \pm 0,34$	37,1	38,3
	1	13	$37,89 \pm 0,36$	37,1	38,3
	2	8	$37,91 \pm 0,22$	37,5	38,2
24 – 36	Gesamt	15	$37,89 \pm 0,68$	37,4	40,2
	1	9	$37,93 \pm 0,86$	37,4	40,2
	2	6	$37,82 \pm 0,33$	37,5	38,4

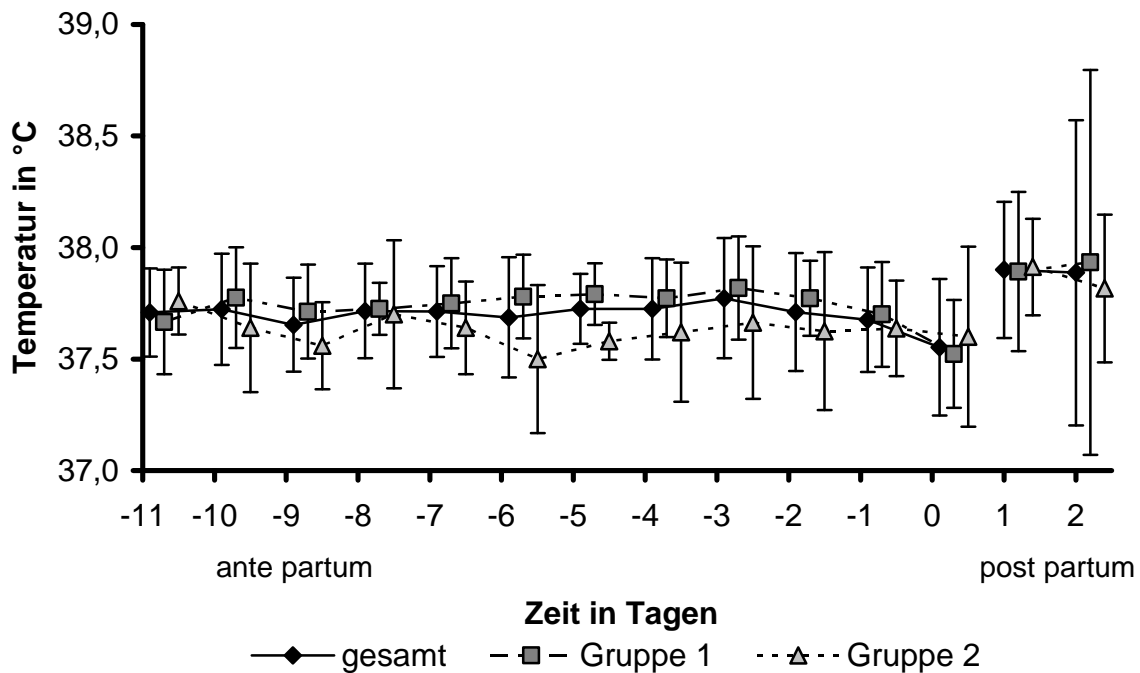


Abbildung 12: Verlauf der rektal gemessenen Körpertemperatur (°C) bei allen Stuten (gesamt) der Verlaufsuntersuchung und der einzelnen Gruppen 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum, sowie in den ersten 24 und 48 Stunden post partum. Angegeben ist der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Betrachtung des peripartalen Zeitraums (Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p.)

Postpartal konnten signifikant höhere Werte als vor der Geburt gemessen werden ($p = 0,010$), zwischen beiden Gruppen waren jedoch keine Unterschiede feststellbar ($p = 0,83$). Auch Wechselwirkungen fehlten ($p = 0,86$).

Atemfrequenz

Ante partum

Vom 15. Tag ante partum bis zur Geburt konnte bezogen auf alle Stuten der Verlaufsuntersuchung ein relativ konstanter Verlauf beobachtet werden mit Schwankungen zwischen $20,6 \pm 8,5$ und $23,4 \pm 9,9$ Atemzügen pro Minute. Veränderungen im Zusammenhang mit dem Eintreten der Geburt waren nicht festzustellen.

Die ohne besonderen Grund eingestellten Tiere (Gruppe 1) wiesen ebenfalls einen annähernd konstanten antepartalen Verlauf der Atemfrequenzen über die Zeit mit mittleren Werten von $16,0 \pm 4,0$ pro Minute bis $24,0 \pm 8,6$ pro Minute auf.

Im Vergleich zu den Stuten der Gruppe 1 verhielt sich die Atemfrequenz in Gruppe 2 eher schwankend und war frequenter mit Ausnahme der Tage acht und null ante partum. Die Werte befanden sich vor der Geburt zwischen $20,8 \pm 11,1$ und $26,0 \pm 14,7$ Atemzügen pro Minute (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 64, Abbildung 13).

Die Unterschiede zwischen beiden Gruppen erwiesen sich jedoch als statistisch nicht signifikant ($p = 0,99$). Ebenso verhielt es sich mit dem zeitlichen Einfluss auf die Werte ($p = 0,73$). Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Zeit existierten nicht ($p = 0,32$).

Post partum

Postpartal fand innerhalb der ersten 24 Stunden ein Abfall auf $20,7 \pm 5,7$ Atemaktionen pro Minute statt, welcher sich bis auf $18,1 \pm 8,0$ pro Minute im Verlauf des weiteren Tages fortsetzte. Diese Absinken war jedoch statistisch nicht zu belegen ($p = 0,17$).

Nach der Geburt war ein Unterschied in der Frequenz der Stuten aus Gruppe 2 zu den unauffälligen Probanden erkennbar, da diese Stuten höhere Atemfrequenzen besaßen. Die Differenz bestätigte sich nur knapp nicht statistisch signifikant ($p = 0,052$). In den ersten 24 Stunden atmeten alle Tiere im Mittel $23,0 \pm 7,3$ mal pro Minute, und zwischen der 24. und 48. Stunde $22,0 \pm 11,2$ mal pro Minute (Tabelle 35, Abbildung 13).

Postpartale Wechselwirkungen zwischen der Gruppe und der Zeit blieben aus ($p = 0,52$).

Tabelle 35: Atemfrequenz pro Minute post partum (p. p.) aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (\bar{x}) die Standardabweichung (S), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n) (Std. = Stunden)

Std p. p.	Gruppe	Anzahl Stuten	Atemfrequenz pro Minute		
			$\bar{x} \pm s$	Min	Max
0 – 24	Gesamt	21	$20,7 \pm 5,7$	12	32
	1	13	$19,2 \pm 4,1$	16	30
	2	8	$23,0 \pm 7,3$	12	32
24 – 36	Gesamt	15	$18,1 \pm 8,0$	12	44
	1	9	$15,6 \pm 3,7$	12	20
	2	6	$22,0 \pm 11,2$	12	44

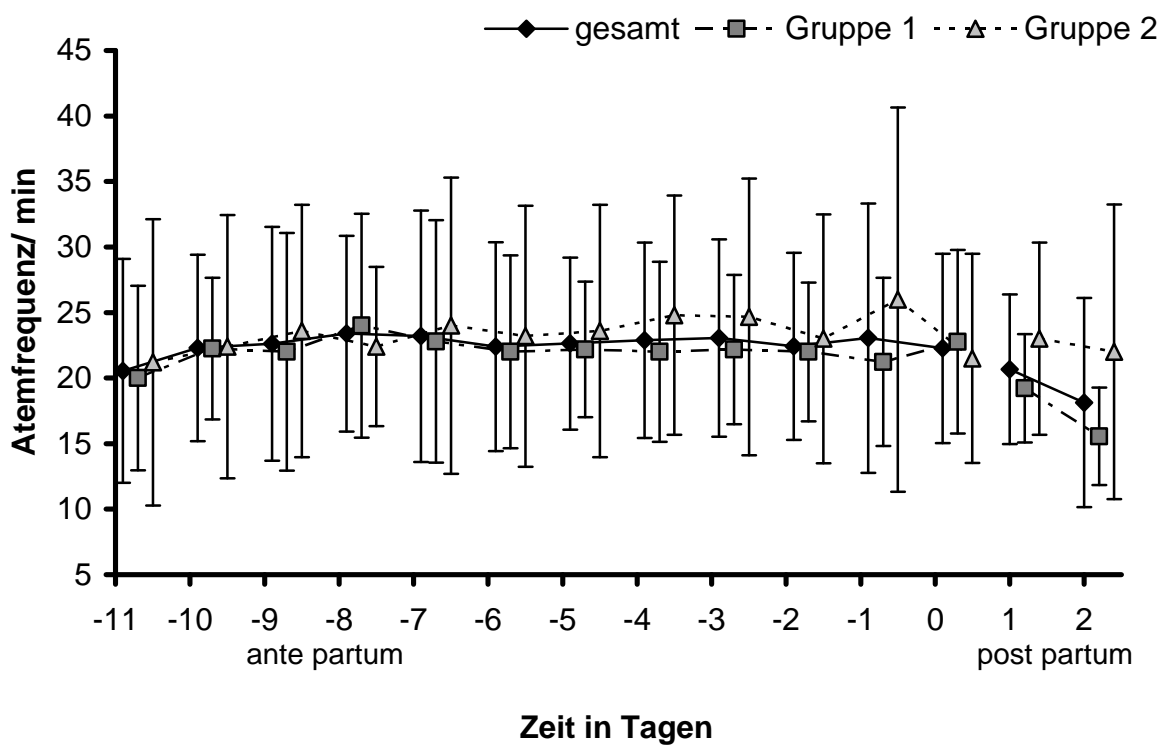


Abbildung 13: Verlauf der Atemfrequenz pro Minute bei allen Stuten (gesamt) der Verlaufsuntersuchung und der einzelnen Gruppen 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum, sowie in den ersten 24 und 48 Stunden post partum. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert die Standardabweichung.

Betrachtung des peripartalen Zeitraums (Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p.)

Im peripartalen Zeitraum konnten postpartal signifikant niedrigere Atemfrequenzen als vor der Geburt verzeichnet werden ($p = 0,039$). Zwischen den Gruppen gab es keine Unterschiede ($p = 0,29$), ebenso wenig traten Wechselwirkungen auf ($p = 0,20$).

4.2.1.2 Trächtige Stuten der Einzeluntersuchung

Zum Zeitpunkt der durchgeführten Messung wurde im Mittel eine Temperatur in Höhe von $37,5 \pm 0,4$ °C rektal gemessen und eine Atemfrequenz von $20,9 \pm 5,9$ /min gezählt.

4.2.1.3 Ingravide Stuten

Die tägliche durchgeführte Messung ergab eine durchschnittliche Temperatur von $37,5 \pm 0,8$ °C und eine Atemfrequenz von $10,4 \pm 2,3$ Atemzüge/ min.

4.3 Etablierung der Methode

4.3.1 Akzeptanz

4.3.1.1 Akzeptanz bei den trächtigen Stuten der Verlaufsuntersuchung

Insgesamt wurden bei 99 % aller fetalen und 100 % der maternalen Aufzeichnungen die Elektroden, der Gurt, das Gerät und die Kabel sehr gut von den Stuten toleriert. Zwei Stuten bissen bei zwei fetalen Aufnahmen in die Kabel (1 %).

In der Gruppe mit ungestörter Trächtigkeiten bissen zwei Stuten bei zwei von insgesamt 140 fetalen Aufzeichnungen in die Kabel (1 %). Die restlichen fetalen als auch alle maternalen Registrierungen in dieser Gruppe führten zu keinerlei Abwehrreaktionen.

Die untersuchten Stuten der Gruppe 2 zeigten sowohl bei den fetalen ($n_{\text{fEKG}} = 118$), als auch bei den maternalen Aufzeichnungen ($n_{\text{mEKG}} = 128$) zu 100 % eine sehr gute Akzeptanz. Es konnten zu keinem Zeitpunkt Abwehrreaktionen, Unruhe oder Schweifschlagen als Reaktion auf Gerät und Kabel beobachtet werden.

4.3.1.2 Akzeptanz bei den trächtigen Stuten der Einzeluntersuchung

Acht der neun im Rahmen der Einzeluntersuchung vorgestellten Stuten tolerierten das Gerät und das Zubehör ohne Besonderheiten oder Abwehr. Nur eine Stute biss während der Aufzeichnung in die Kabel und beschädigte diese.

4.3.1.3 Akzeptanz bei den ingraviden Stuten

Im Bezug auf die Akzeptanz des Gerätes und der Technik zeigten nur zwei vierjährige Stuten ein skeptisches und neugieriges Verhalten mit Beschnupern des am Körper fixierten Gurtes, was sich jedoch auf den ersten Messtag beschränkte. Somit wurde die Messtechnik in 99 % der Fälle gut toleriert.

4.3.2 Elektrodenplatzierung

4.3.2.1 Elektrodenplatzierung an den trächtigen Stuten

4.3.2.1.1 Fetale Elektrokardiographie

Für den Erhalt eines optimalen fetalen Signals musste situationsabhängig die Platzierung der roten Elektrode am ventralen Abdomen der Stute aufgrund der variablen Position des Fetus im Mutterleib individuell gewählt werden. Bei unzureichendem, fehlendem oder undeutlichem Signal musste die Position der roten Elektrode variiert werden. Als Anhaltspunkt für die Platzierung diente die Position im Verhältnis zum Euter und zur Linea alba. Die restlichen Elektroden wurden nach abgeschlossener zweiter Messung des Tages abgenommen.

Bei Betrachtung der Körperseite wurde bei 191 (72 %) der 267 gesamt angefertigten fetalen Elektrokardiogramme die rote Elektrode auf der linken Körperseite platziert, in 56 Fällen (21 %) unmittelbar in der Linea alba und nur selten (20 Fälle/ 7 %) auf der rechten Körperseite. In den Gruppen 1 und 2 präsentiert sich eine vergleichbare Verteilung. Bei den neun im Rahmen von poliklinischen Vorstellung aufgezeichneten EKGs wurden zwar auch bei der Mehrheit der Fälle (5/ 56 %) die Elektroden links neben der Linea alba platziert, jedoch in vier Fällen (44 %) rechts der Mittellinie und damit öfter als in den anderen Gruppen.

In über 50 % der Aufzeichnungen konnten in beiden Gruppen der Verlaufsuntersuchung und bei der Gesamtheit der Stuten mit der Platzierung der roten Elektrode linksseitig in unmittelbarer Nähe zur Linea alba (neben Linea alba bis ca. fünf cm paramedian) die optimalen fetalen Ausschläge erzielt werden. Bei 56 Messungen (21 %) aller bzw. 26 (19 %) und 30 (25 %) Untersuchungen in Gruppe 1 und 2 eignete sich eine Befestigung direkt in der Linea alba am besten. Fünf bis zehn cm paramedian wurde die ventrale Elektrode in 46 Messungen (17 %) bezogen auf alle trächtigen Stuten positioniert. Die beiden Gruppen der Stuten ohne und mit Komplikationen während der Trächtigkeit weisen mit 26 (19 %) und 17 (14 %) Messungen in dieser Position ähnliche Ergebnisse auf. Im Rahmen der Einzeluntersuchungen wurde bei drei (33 %) bzw. zwei Messungen (22 %) als Platzierung der Bereich fünf bis zehn cm bzw. fünf cm bis direkt neben der Linea alba gewählt (Tabelle 36 und Abbildung 14).

Tabelle 36: Lokalisation der roten Elektrode im Bezug zur Linea alba (L. a.) angegeben in Zentimetern (cm) bei allen durchgeführten fetalen Messungen (gesamt) und aufgeteilt in die einzelnen Gruppen

Platzierung		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	gesamt
linksseitig	10 – 5 cm neben L. a.	26 (19 %)	17 (14 %)	3 (33 %)	46 (17 %)
	5 cm - neben L. a.	77 (55 %)	66 (56 %)	2 (22 %)	145 (54 %)
	In L. a.	26 (19 %)	30 (25 %)	-	56 (21 %)
rechtseitig	5 cm - neben L. a.	3 (2 %)	1 (1 %)	2 (22 %)	6 (2 %)
	10 – 5 cm neben L. a.	8 (6 %)	4 (3 %)	-	12 (4 %)
	20 cm neben L. a.	-	-	2 (22 %)	2 (1 %)
Summe		140	118	9	267

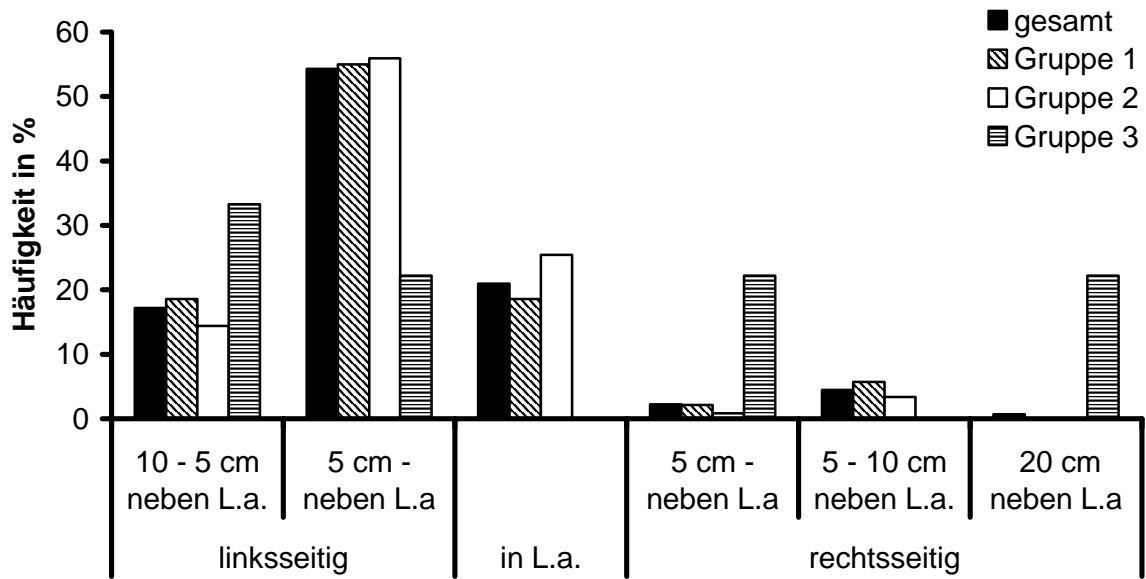


Abbildung 14: Position der roten Elektrode am Stutenkörper im Bezug zur Linea alba (L. a.) bei den fetalen Elektrokardiogrammen aller Stuten ($n_{\text{fEKG}} = 267$) der Gruppe 1 ($n_{\text{fEKG}} = 140$), Gruppe 2 ($n_{\text{fEKG}} = 118$) und Gruppe 3 ($n_{\text{fEKG}} = 9$) (cm: Zentimeter)

Bezogen auf die Lokalisation zum Euter konnte festgestellt werden, dass insgesamt die rote Elektrode am häufigsten ca. 15 cm kranial davon festgeklebt wurde (116/ 43 %). In Gruppe 1 lieferte diese Position in 78 Fällen (56 %) häufiger die besten Ergebnisse als bei den Stuten der Gruppe 2, bei denen diese Position 36mal (31 %) gewählt wurde. Bei 60 und 59 Messungen (23 und 22 %) wurde die Elektrode zehn bzw. 20 cm handbreit kranial der Milchdrüse angesetzt. In den beiden Verlaufsgruppen waren diese Positionen ebenfalls mit ähnlicher Häufigkeit verwendet worden (19 – 26 %). Nur vereinzelt befand sich die gewählte Platzierung weiter als 25 cm kranial vom Euter entfernt, und zwar bei 32 Messungen (12 %) aller Messungen, wobei dies nur sechsmal (4 %) bei den Stuten mit ungestörter Gravidität und mit 23mal (19 %) öfter in Gruppe 2 der Fall war. Bei den Einzeluntersuchungen wurde jeweils in zwei Fällen (22 %) eine Platzierung 15, 20 und 25 cm und dreimalig (33 %) zehn cm kranial der Milchdrüse gewählt. Insgesamt und in den einzelnen Gruppen wurde die rote Elektrode in 77 bis 96 % der Messungen in einem Bereich von zehn bis 20 cm kranial des Euters angebracht (Tabelle 37, Abbildung 15)

Tabelle 37: Lokalisation der roten Elektrode im Bezug zum Euter angegeben in Zentimetern (cm) aller durchgeführten fetalen Messungen und aufgeteilt in die einzelnen Gruppen

Gruppe	Lokalisation kranial des Euters						Σ
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	35 cm	
1	29 (21 %)	78 (56 %)	27 (19 %)	2 (1 %)	-	4 (3 %)	140
2	28 (24 %)	36 (31 %)	31 (26 %)	5 (4 %)	18 (15 %)	-	118
3	3 (33 %)	2 (22 %)	2 (22 %)	2 (22 %)	-	-	9
Gesamt	60 (23 %)	116 (43 %)	59 (22 %)	9 (3 %)	19 (7 %)	4 (2 %)	267

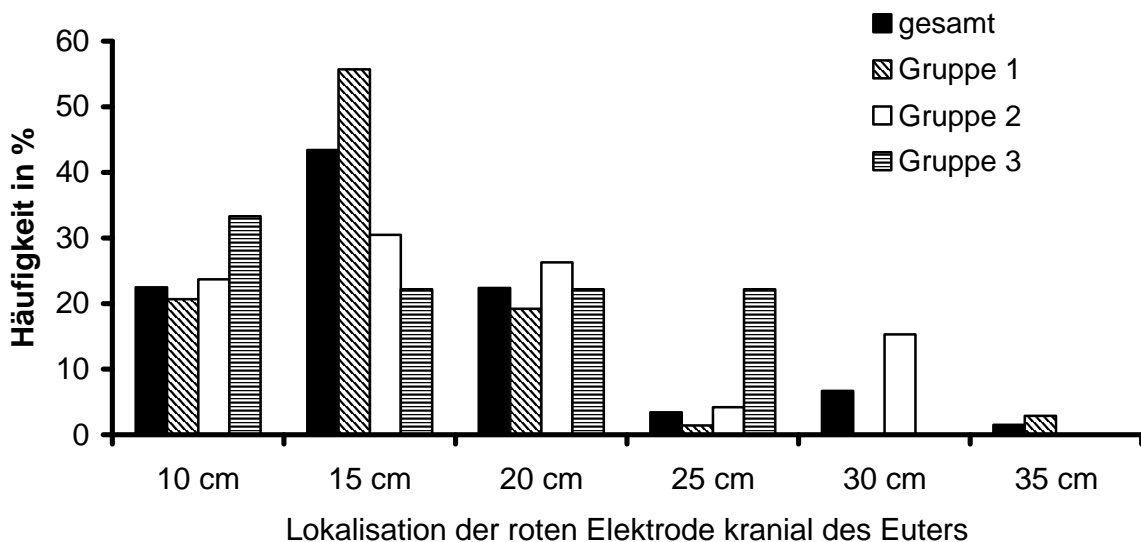


Abbildung 15: Position der roten Elektrode am Stutenkörper im Bezug zum Euter bei den fetalen Elektrokardiogramme des Gesamtkollektivs ($n_{\text{fEKG}} = 267$), der Gruppen 1 ($n_{\text{fEKG}} = 140$), 2 ($n_{\text{fEKG}} = 118$) und 3 ($n_{\text{fEKG}} = 9$) (cm: Zentimeter)

Bei gleichzeitiger Betrachtung der Lokalisation der roten Elektrode im Bezug zu Euter und Linea alba wurden am häufigsten die Bereiche fünf cm bis unmittelbar neben der

Linea und zehn bis 20 cm kranial des Euters ausgewählt. In der Tabelle 38 ist die gewählte Elektrodenposition aller trächtigen Stuten aufgezeigt.

Tabelle 38: Gewählte Elektrodenposition im Bezug zu Linea alba (L. a.) und Euter angegeben in Zentimetern (cm) aller aufgezeichneter fetaler Elektrokardiogramme ($n_{\text{fEKG}} = 267$) der trächtigen Stuten

	Elektrodenposition ventrales Abdomen					
	Linksseitig		In L. a.	rechtsseitig		
Kranialer Abstand zum Euter	10 – 5 cm neben L. a.	5 cm- neben L. a.		5 cm – neben L. a.	5 – 10 cm neben L. a.	20 cm neben L. a.
10 cm	21 (8 %)	38 (14 %)	1 (0 %)	-	-	-
15 cm	21 (8 %)	75 (28 %)	9 (3 %)	4 (1 %)	7 (3 %)	-
20 cm	4 (1 %)	29 (11 %)	20 (7 %)	-	5 (2 %)	1 (0 %)
25 cm	-	3 (1 %)	4 (1 %)	-	1 (0 %)	1 (0 %)
30 cm	-	-	18 (7 %)	-	1 (0 %)	-
35 cm	-	-	4 (1 %)	-	-	-

Zusätzlich wurde erhoben, wie häufig eine Veränderung der Platzierung der roten Elektrode am ventralen Abdomen der Stute notwendig war, um ein deutliches fetales Signal zu erhalten. Ein gutes bzw. zufriedenstellendes Signal lag vor, wenn sich die fetalen Zacken deutlich von der Grundlinie und den Grundschwankungen abhoben. Insgesamt lieferte bei allen Aufzeichnungen in 148 Fällen (55 %) die erstgewählte Position ein zufriedenstellendes Signal. Bei Betrachtung der Gruppe 1 und 2 kann in 75 (54 %) und 70 Fällen (59 %) entsprechendes beobachtet werden. In deutlicher Abstufung nimmt die Anzahl der nötigen Platzwechsel der ventralen Elektrode ab, so dass, bezogen auf alle Aufzeichnungen in 50 Fällen (19 %) ein einmaliger, in 29 Fällen (11 %) ein zweimaliger und in 23 Fällen (9 %) ein dreimaliger Wechsel vorgenommen werden musste, um ein gutes Signal zu erzielen. Mehr als drei Platzvariationen waren nur selten und zwar bei 17 (6 %) Messungen notwendig. In den beiden Gruppen der Verlaufsuntersuchung präsentierte sich ähnliche Anzahlen an Umplatzierungen wie im Gesamtkollektiv.

Bei den Einzeluntersuchungen musste bei einer Stute sechs mal die Position variiert werden, um eine ausreichendes Signal feststellen zu können, bei den anderen

Tieren in dieser Gruppe lieferte am häufigsten die erstgewählte Position ein deutliches fetales Signal (Tabelle 39, Abbildung 16).

Tabelle 39: Anzahl der notwendigen Umplatzierungen der roten Elektrode bei den Aufzeichnungen der fetalen Elektrokardiogramme (EKGs) aller Stuten ($n_{\text{fEKG}} = 267$), der Stuten aus Gruppe 1 ($n_{\text{fEKG}} = 140$) und 2 ($n_{\text{fEKG}} = 118$) und der Probanden der Einzeluntersuchung (Gruppe 3) ($n_{\text{fEKG}} = 9$)

Anzahl Umplatzierungen	Anzahl der fetaler EKGs			
	Gesamt	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
0	148 (55 %)	75 (54 %)	70 (59 %)	3 (33 %)
1	50 (19 %)	29 (21 %)	19 (16 %)	2 (22 %)
2	29 (11 %)	14 (10 %)	13 (11 %)	2 (22 %)
3	23 (9 %)	15 (11 %)	8 (7 %)	-
4	12 (4 %)	7 (5 %)	5 (4 %)	-
5	3 (1 %)	-	2 (2 %)	1 (11 %)
6	2 (1 %)	-	1 (1 %)	1 (11 %)
	267	140	118	9

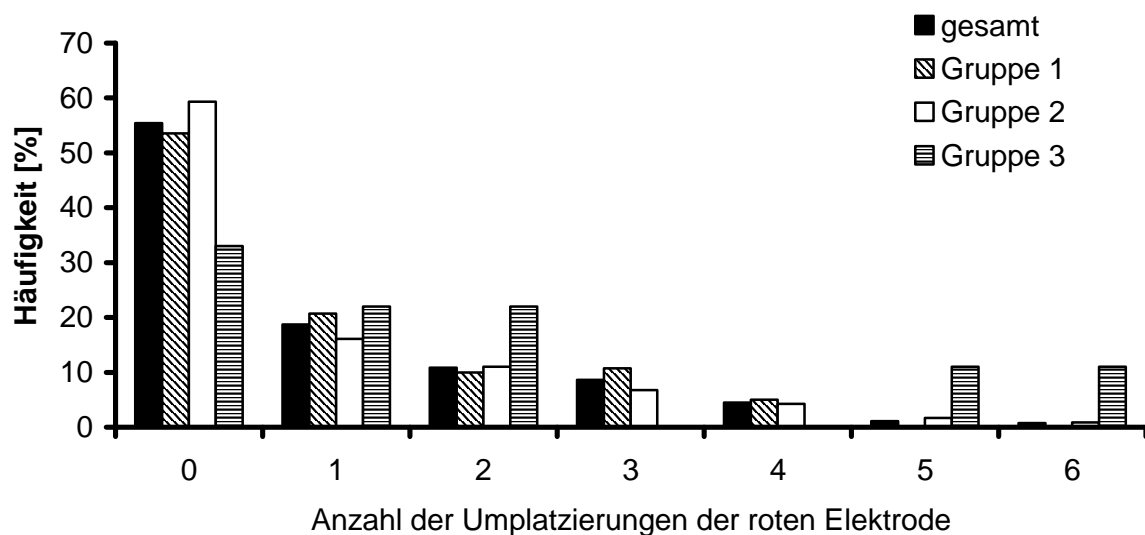


Abbildung 16: Anzahl der notwendigen Umplatzierungen der roten Elektroden am Abdomen der Stute für den Erhalt eines guten Signals bei der Aufzeichnung im Gesamtkollektiv und in den drei Gruppen

Bei einigen Aufzeichnungen konnte eine Ablösung von Elektroden während der Messung beobachtet werden. In zwölf von 140 EKG-Untersuchungen (9 %) der Stuten in Gruppe 1 lösten sich Elektroden ab. Dabei war dreimal (2 %) die grüne und sechsmal (4 %) die rote Elektrode betroffen. Schwitzen führte bei drei (2 %) Aufzeichnungen zu einer ungenügenden Haftung.

In Gruppe 2 konnten bei neun von 118 Messungen (8 %) Elektrodenablösungen beobachtet werden. Betroffen war fünfmal (4 %) die grüne und viermal (3 %) die rote Elektrode.

4.3.2.1.2 Maternale Elektrokardiographie

Zur Anfertigung der maternalen Elektrokardiogramme wurden in beiden Verlaufsgruppen bei allen Messungen die Elektroden wie im Handbuch des Gerätes empfohlen platziert. Es waren keine Platzwechsel nötig, eine Ablösung von Elektroden wurde nicht beobachtet und die Elektroden wurden stets für die zweite Messung des Tages am Tierkörper belassen, so dass die Klebeeigenschaften als sehr gut beurteilt wurden.

4.3.2.2 Elektrodenplatzierung an ingraviden Stuten

Eine Stute wälzte sich im Laufe der Messung, jedoch konnte die Messung nach Ersatz einer abgelösten Elektrode fortgeführt werden. Bei allen Tieren wurden aufgrund der guten Haftung nur einmal täglich neue Elektroden angebracht. Die Elektroden wurden bei allen Tieren und Messungen wie im Kapitel „Material und Methoden“ beschrieben platziert.

4.3.3 Aktivität während der Messung

4.3.3.1 Aktivität der trächtigen Tiere

Ante partum

Die Mehrheit der Stuten verbrachten die hauptsächliche Zeit während der Messung mit Dösen und Futteraufnahme, bzw. vorwiegend mit Futteraufnahme und Ausruhverhalten. Zur Geburt hin wurde auch während der Messung ein unruhiges Umherwandern bemerkt. Zwischen den Gruppen ($p = 0,34$), den Messzeitpunkten (p

= 0,32) existierten keine Unterschiede, ein zeitlicher Einfluss war schwach signifikant erkennbar ($p = 0,041$). Wechselwirkungen lagen nicht vor ($p > 0,05$) (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 65 und 66).

Post partum

Nach der Geburt verbrachte der Großteil der Stuten die Zeit während der Messung mit Dösen, sowie Dösen und Futteraufnahme, Statistisch signifikante Einflüsse der Faktoren „Zeit“ und „Gruppe“ lagen nicht vor ($p > 0,05$) (Tabelle 40).

Tabelle 40: Verteilung der Stuten bezogen auf die Aktivität während der Messung post partum (p. p.) aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, der Stuten mit ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Stuten mit Komplikationen (Gruppe 2) (FA = Futteraufnahme, n = Anzahl)

Zeit in Std p. p.	Gruppe	n _{Stuten}	Aktivität während der Messung				
			Liegen	Dösen	Dösen und FA	FA	Unruhe
0 – 12	Gesamt	21	-	15 (71 %)	6 (29 %)	-	-
	1	13	-	11 (85 %)	2 (15 %)	-	-
	2	8	-	4 (50 %)	4 (50 %)	-	-
12 – 24	Gesamt	21	1 (5 %)	15 (71 %)	5 (24 %)	-	-
	1	13	-	10 (77 %)	3 (23 %)	-	-
	2	8	1 (13 %)	5 (62 %)	2 (25 %)	-	-
24 – 36	Gesamt	17	-	11 (65 %)	5 (29 %)	-	1 (6 %)
	1	11	-	6 (55 %)	4 (36 %)	-	1 (9 %)
	2	6	-	5 (83 %)	1 (17 %)	-	-
36 - 48	Gesamt	10	-	7 (70 %)	2 (20 %)	1 (10 %)	-
	1	6	-	4 (67 %)	2 (33 %)	-	-
	2	4	-	3 (75 %)	-	1 (25 %)	-

Betrachtung des peripartalen Zeitraums (Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p.)

Nach der Geburt zeigten die Stuten öfter ein Ausruhverhalten mit Dösen und vereinzelt Futteraufnahme als vor der Geburt. Der zeitliche Einfluss auf das Verhalten während der Messung war statistisch hochsignifikant ($p < 0,0001$). Zwischen den Gruppen existierten keine Unterschiede ($p > 0,05$).

4.3.3.2 Aktivität der ingraviden Stuten

Die nichtträchtigen Stuten zeigten während der Messung neben Ausruhverhalten in Form von Dösen auch Futteraufnahme, jeweils mit unterschiedlichem Anteil an der Aufzeichnungszeit (Tabelle 41).

Tabelle 41: Verteilung der Stuten bezogen auf die Aktivität während der Messung (n = 150) (FA = Futteraufnahme, Dösen > FA = mehr Dösen als Futteraufnahme, FA > Dösen = mehr Futteraufnahme als Dösen)

Aktivität während der Messung	Dösen	Dösen > FA	FA > Dösen	FA
Anzahl (%)	28 (19 %)	54 (36 %)	28 (19 %)	40 (27 %)

4.4 Ergebnisse der elektrokardiographischen Untersuchung

4.4.1 EKG-Parameter der trächtigen Stuten der Verlaufsuntersuchung

4.4.1.1 Mittelwert der maternalen Herzfrequenz

Ante partum

Bei Betrachtung der mittleren Herzfrequenzen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung bewegten sich die Werte ab dem 15. Tag vor der Geburt morgens zwischen $49,42 \pm 4,35$ und $56,29 \pm 6,82$ Schlägen/ min und nachmittags zwischen $49,16 \pm 4,31$ und $57,33 \pm 6,46$ Schlägen/ min. Der höchste Wert wurde an Tag 1 und 0 ante partum gemessen (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 67, Abbildung 17).

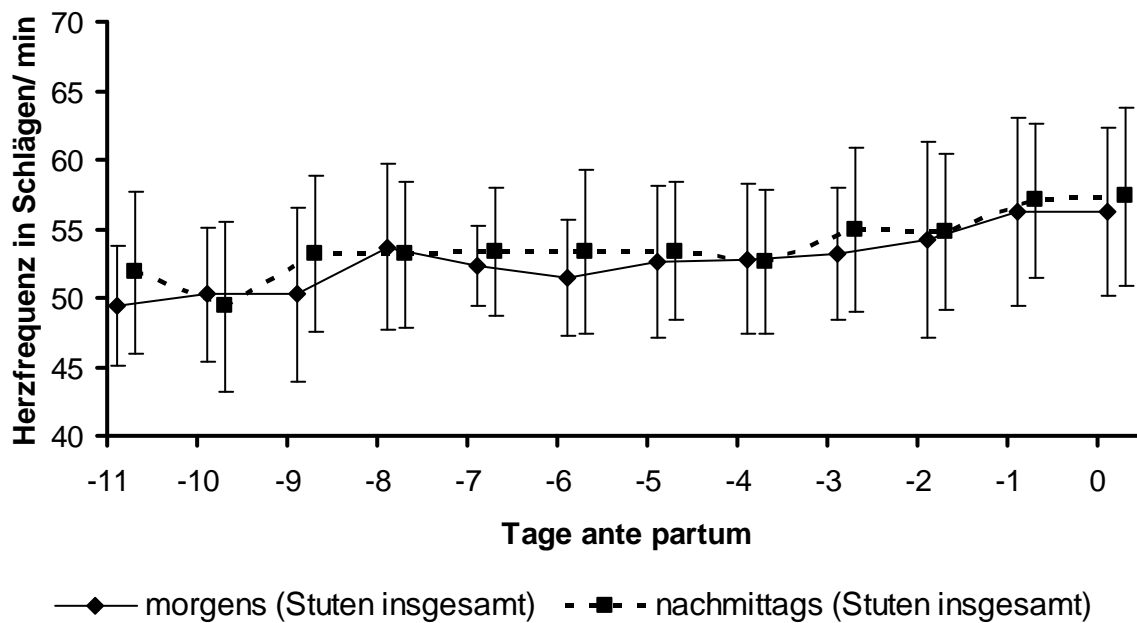


Abbildung 17: Verlauf der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) bei allen Stuten (gesamt) der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Die morgendliche Messung der Stuten aus Gruppe 1 ergab in den letzten 15 Tagen im Durchschnitt Herzfrequenzen zwischen $48,35 \pm 2,58$ und $56,04 \pm 5,50$ Schlägen/ min. Nachmittags wurden leicht höhere Frequenzen mit Werten zwischen $48,61 \pm 2,48$ und $56,94 \pm 4,99$ Schlägen/ min gemessen. Die höchste Herzfrequenz wurde stets an Tag 0 registriert (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 68, Abbildung 18).

In Gruppe 2 schwankten die Werte der morgendlichen Messung zwischen $48,80 \pm 6,07$ und $59,38 \pm 8,83$ Schlägen/ min, die der nachmittäglichen Messung zwischen $49,60 \pm 5,65$ und $59,62 \pm 7,06$ Schlägen/ min und waren somit etwas höher als die der ersten Messung. Der höchste Wert der letzten 15 Tage vor der Geburt wurde zu beiden Messzeitpunkten an Tag 1 ante partum ermittelt (Anhang 8.2.2 Tabelle 68, Abbildung 19). Mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt konnte in beiden Gruppen ein zunehmender Anstieg der Werte beobachtet werden. Nachmittags waren die Werte häufig höher als morgens.

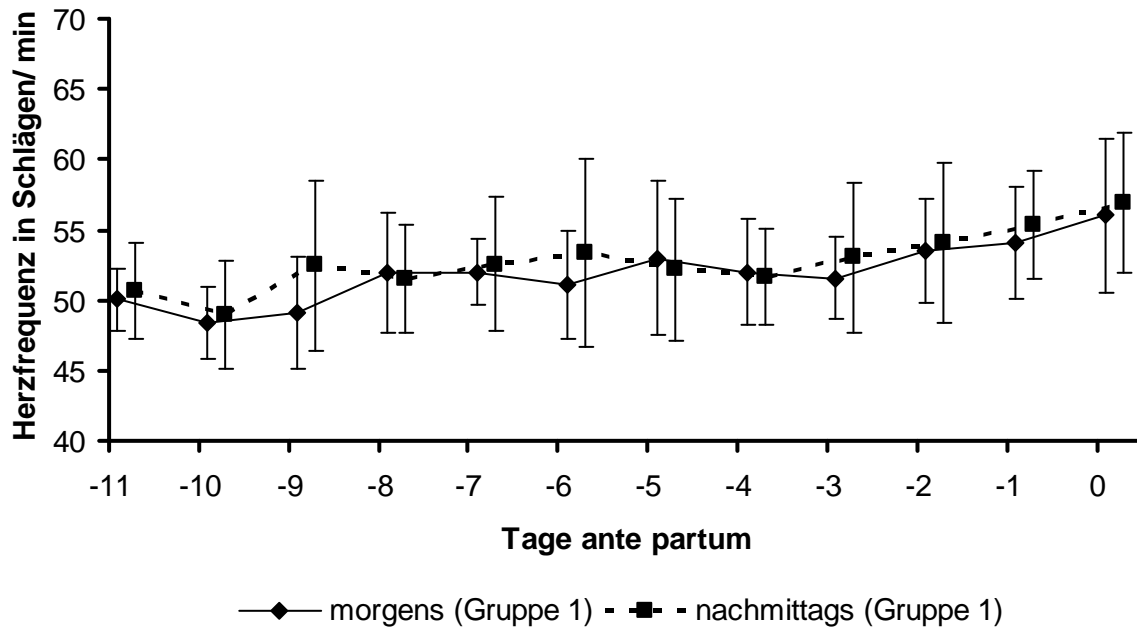


Abbildung 18: Verlauf der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) in Gruppe 1 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

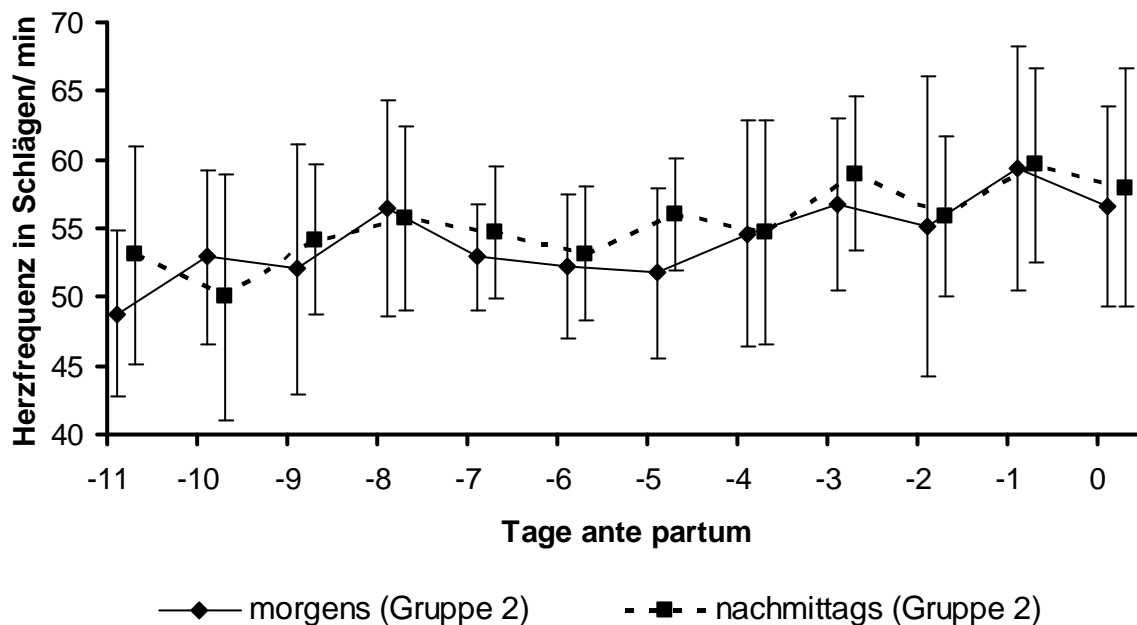


Abbildung 19: Verlauf der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) in Gruppe 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Die Veränderung der Herzfrequenzen mit fortschreitender Zeit ab dem 11. Tag vor der Geburt konnte als statistisch hochsignifikant bestätigt werden ($p < 0,0001$).

Zwischen den beiden Messzeitpunkten morgens und nachmittags lagen statistisch signifikante Unterschiede vor ($p = 0,013$), wohingegen die Gruppenzugehörigkeit keinen Einfluss auf die Werte hatte ($p = 0,46$). Wechselwirkungen zwischen den Faktoren wiesen keine Signifikanz auf.

Post partum

Innerhalb der ersten 12 Stunden post partum wurde bei den 21 Stuten der Verlaufsuntersuchung eine mittlere Herzfrequenz von $48,38 \pm 7,14$ Schlägen/ min in 40 Minuten gemessen.

Im weiteren Verlauf sank die Herzfrequenz in den Stunden 24 – 36 post partum ab. 36 – 48 Stunden post partum stieg die Frequenz wiederum etwas an (Tabelle 42 und Abbildung 20).

Im Vergleich präsentierten beide Gruppen einen ähnlichen Verlauf der Herzfrequenz post partum jedoch wiesen die aufgrund von Komplikationen während der Gravidität vorgestellten Stuten der Gruppe 2 nach der Geburt signifikant höhere Frequenzen als die Stuten in Gruppe 1 auf ($p = 0,023$). Ein zeitlicher Einfluss ($p = 0,36$) und eine Wechselwirkung zwischen den Faktoren ließ sich nicht bestätigen ($p = 0,73$) (Tabelle 42, Abbildung 20).

Tabelle 42: Mittelwerte der maternalen Herzfrequenzen post partum (p. p.) aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2 in Schlägen/ min. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (x_a) die Standardabweichung (S), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n) (Std. = Stunden)

Zeit in Std p. p.	Gruppe	Anzahl Stuten/ EKGs	maternale Herzfrequenz (Schläge/ min)		
			$x_a \pm s$	Min	Max
0 – 12	Gesamt	21	48,38 ± 7,14	40,7	74,6
	1	13	45,48 ± 2,58	40,7	49,1
	2	8	53,10 ± 9,66	44,0	74,6
12 – 24	Gesamt	21	48,16 ± 6,82	37,1	64,3
	1	13	45,91 ± 3,76	37,1	50,5
	2	8	51,80 ± 9,18	38,6	64,3
24 – 36	Gesamt	17	46,45 ± 8,64	36,7	64,8
	1	11	44,81 ± 9,36	36,7	64,8
	2	6	49,46 ± 6,85	40,7	56,9
36 - 48	Gesamt	10	49,02 ± 10,39	38,0	69,0
	1	6	45,36 ± 8,21	38,0	59,1
	2	4	54,52 ± 12,03	40,9	69,0

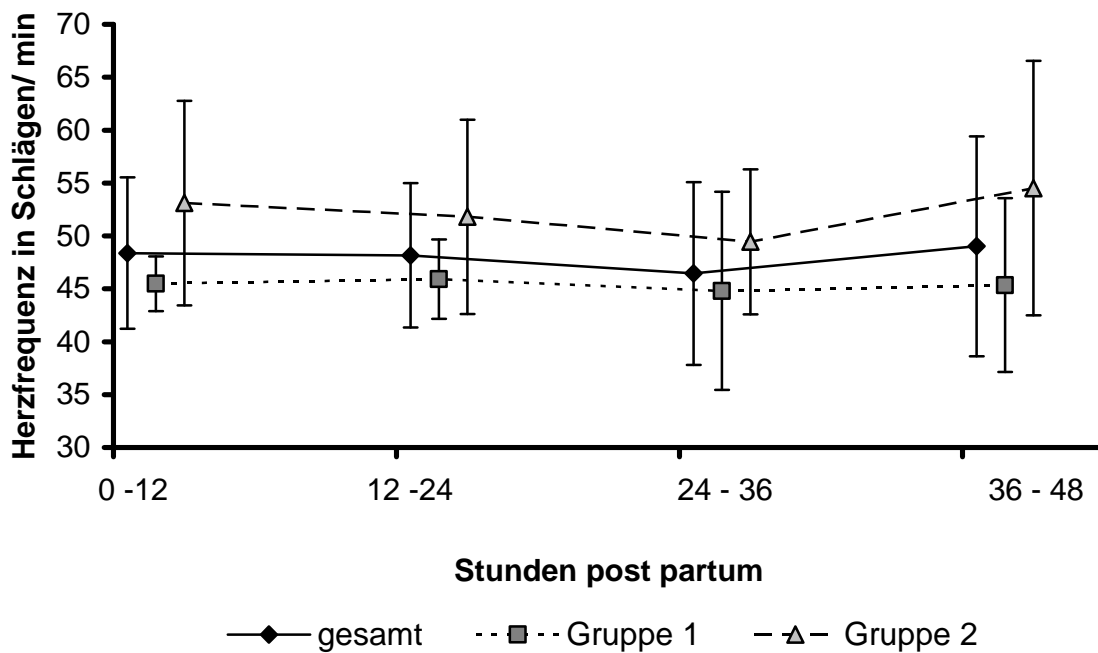


Abbildung 20: Verlauf der Herzfrequenz in Schlägen/ min bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der Gruppen 1 und 2 im Zeitraum 0 bis 48 Stunden post partum. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Betrachtung des peripartalen Zeitraums (Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p.)

Der Abfall des Mittelwerts der maternalen Herzfrequenz von den höheren antepartalen Werten auf die niedrigeren Werte nach der Geburt war statistisch hochsignifikant ($p < 0,0001$). Ein Gruppenunterschied bestand knapp nicht ($p = 0,059$) ebenso wie eine Wechselwirkung zwischen den Faktoren „Zeit“ und Gruppe“ ($p = 0,19$).

4.4.1.2 Minimum der maternalen Herzfrequenz

Ante partum

In den letzten 15 Tagen vor der Geburt schwankte das Minimum der maternalen Herzfrequenz und folglich das längste R-R-Intervall in einer 40 minütigen Aufzeichnung im Gesamtkollektiv morgens zwischen $39,51 \pm 4,62$ und $45,47 \pm 5,29$ Schlägen/ min. Nachmittags ergaben sich Werte zwischen $39,88 \pm 5,82$ und $45,21 \pm 5,57$ Schlägen/ min. Bis zum Partus ließ sich ein leichter Anstieg verzeichnen (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 69, Abbildung 21).

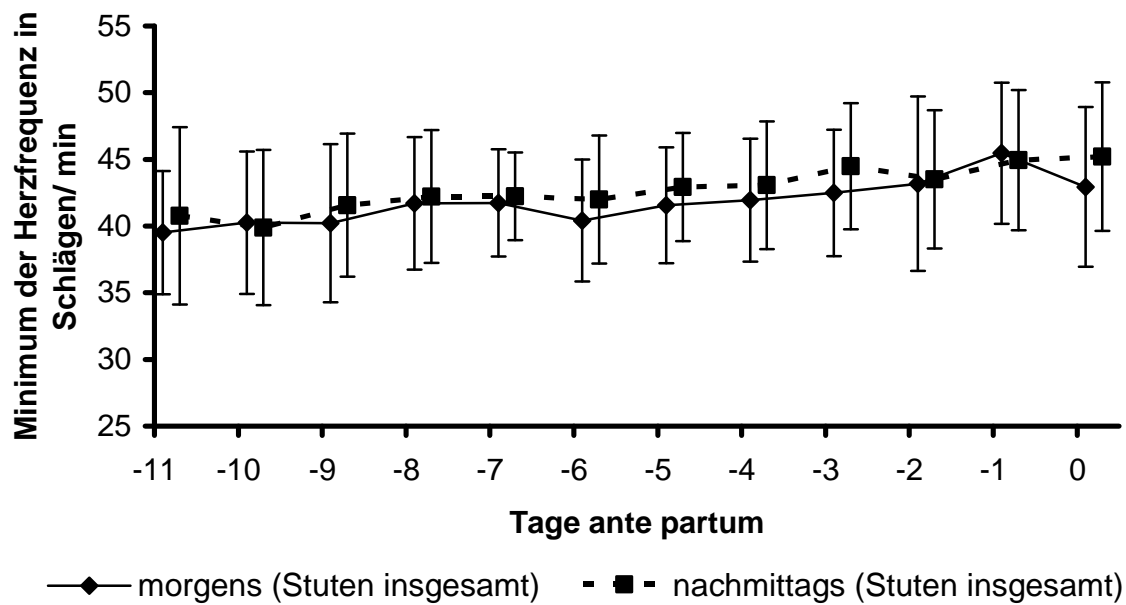


Abbildung 21: Verlauf des Minimums der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) bei allen Stuten (gesamt) der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Die Stuten in Gruppe 1 mit einer ungestörten Gravidität besaßen als Minima in der 40 Minuten andauernden Untersuchung morgens Werte zwischen $39,67 \pm 2,55$ und $44,24 \pm 3,41$ Schlägen/ min und nachmittags zwischen $40,13 \pm 3,61$ und $44,87 \pm 1,42$ Schlägen/ min. Morgens waren die Werte niedriger als am Nachmittag.

In Gruppe 2 wurden Werte von $38,81 \pm 4,63$ bis $47,17 \pm 7,05$ Schlägen/ min bei der morgendlichen Messung und zwischen $38,38 \pm 8,35$ und $46,68 \pm 6,67$ Schlägen/ min nachmittags gemessen. In beiden Gruppen ließ sich ein kontinuierlicher Anstieg bis zur Geburt feststellen, sowie morgens geringfügig niedrigere Frequenzen als nachmittags (Anhang 8.2.2.1 Tabelle70, Abbildung 22, 23).

Der zeitliche Einfluss ($p < 0,0001$) und auch die messzeitpunktbedingten Unterschiede erwiesen sich als statistisch hochsignifikant ($p = 0,0007$). Zwischen den Gruppen waren keine Unterschiede zu belegen ($p = 0,93$). Es bestand eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Zeit“ ($p = 0,0014$), jedoch nicht zwischen den übrigen Faktoren.

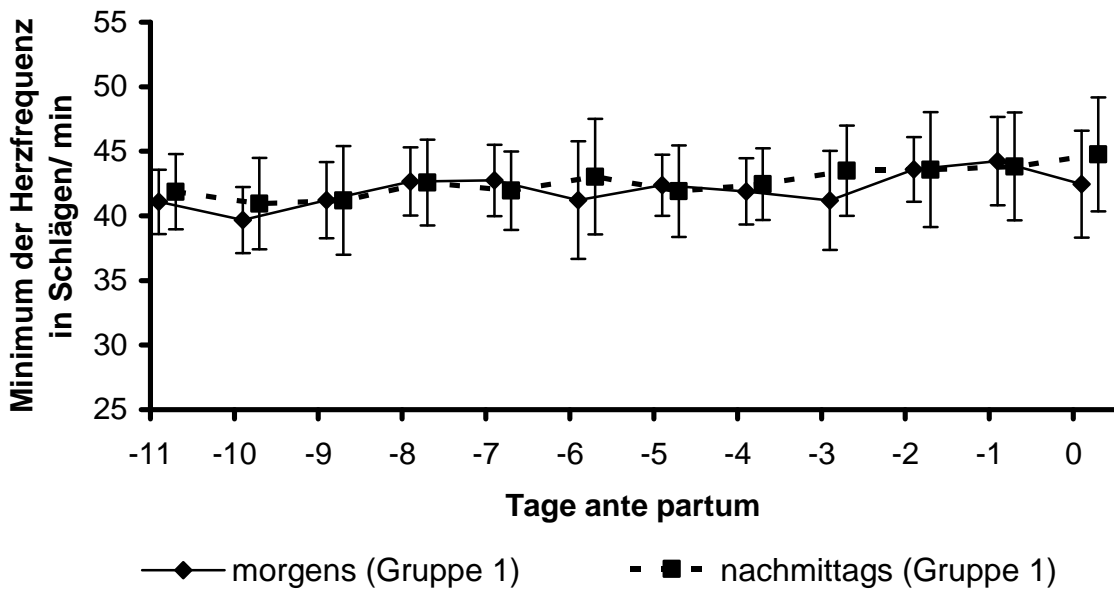


Abbildung 22: Verlauf des Minimums der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) in Gruppe 1 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

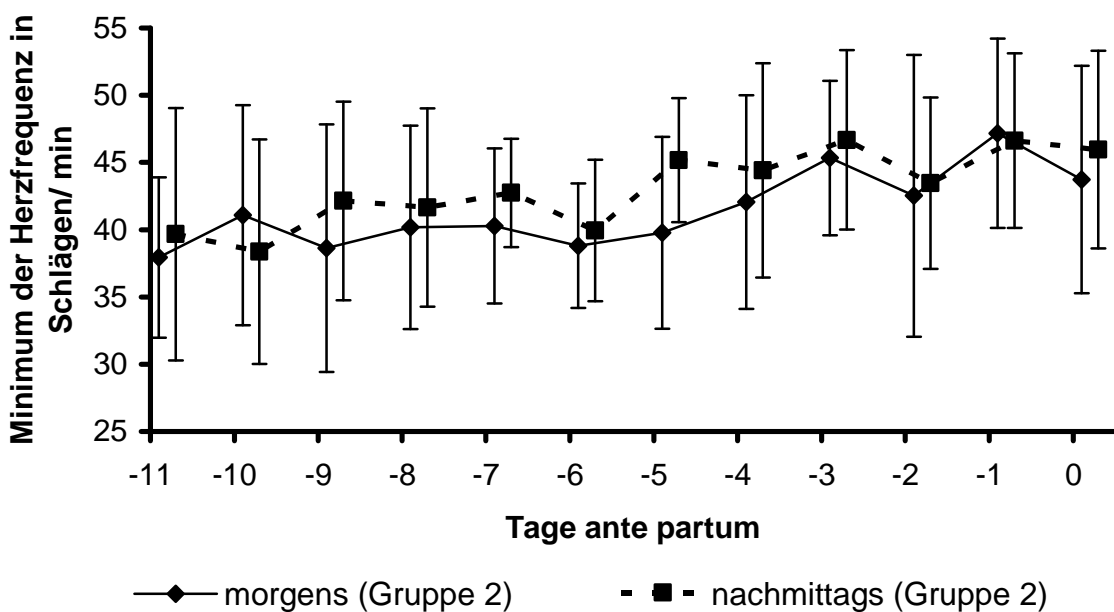


Abbildung 23: Verlauf des Minimums der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) in Gruppe 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Post partum

Die Minima der innerhalb einer 40 minütigen Untersuchung gemessenen Herzfrequenz verhielten sich im postpartalen Zeitraum ähnlich wie die Mittelwerte der Herzfrequenz mit einem kontinuierlichen Abfall bis zur Stunde 24 bis 36 post partum. In den nachfolgenden zwölf Stunden stiegen die Werte im Gesamtkollektiv und auch in beiden Gruppen wiederum leicht an und erreichten auf alle Stuten bezogen im Mittel $38,63 \pm 6,62$ Schläge/ min (Tabelle 43, Abbildung 24).

Es ließen sich knapp keine signifikanten Unterschiede im zeitlichen Verlauf ($p = 0,070$) und zwischen den Gruppen ($p = 0,068$) feststellen. Wechselwirkungen lagen nicht vor ($p = 0,21$).

Tabelle 43: Minimum der maternalen Herzfrequenzen post partum (p. p.) aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2 in Schlägen/ min. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (\bar{x}_a) die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n) (Std. = Stunden)

Zeit in Std p. p.	Gruppe	Anzahl Stuten/ EKGs	Minimum der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min)		
			$\bar{x}_a \pm s$	Min	Max
0 – 12	Gesamt	21	$38,30 \pm 4,34$	31,6	49,4
	1	13	$36,86 \pm 2,81$	31,6	40,4
	2	8	$40,64 \pm 5,50$	35,8	49,4
12 – 24	Gesamt	21	$37,50 \pm 3,89$	26,3	44,3
	1	13	$36,58 \pm 3,56$	26,3	40,0
	2	8	$39,01 \pm 4,44$	33,1	44,3
24 – 36	Gesamt	17	$36,02 \pm 6,21$	26,4	49,6
	1	11	$35,56 \pm 7,19$	26,4	49,6
	2	6	$36,86 \pm 4,36$	30,6	42,9
36 - 48	Gesamt	10	$38,63 \pm 6,62$	30,3	48,3
	1	6	$35,66 \pm 6,49$	30,3	48,3
	2	4	$43,09 \pm 4,13$	37,6	46,4

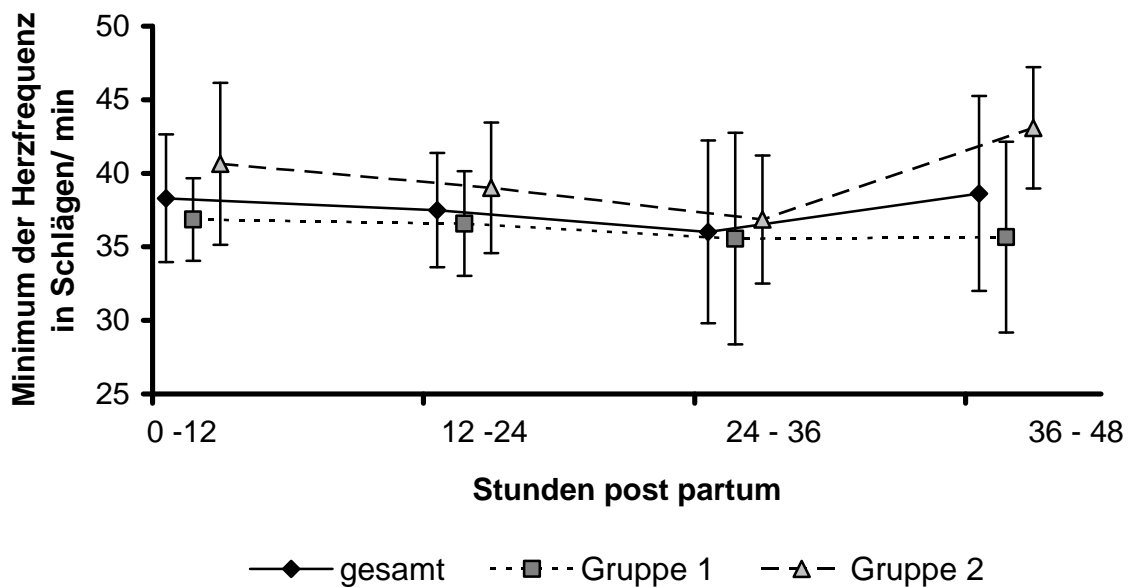


Abbildung 24: Verlauf des Minimums der maternalen Herzfrequenz in Schlägen/ min bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der Gruppen 1 und 2 im Zeitraum 0 bis 48 Stunden post partum. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Betrachtung des peripartalen Zeitraums (Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p.)

Das Minimum der maternalen Herzfrequenz innerhalb einer 40 minütigen Aufzeichnung fiel von den höheren Werten vor der Geburt statistisch hochsignifikant auf niedrigere Werte nach der Geburt ab ($p < 0,0001$). Ein Gruppeneinfluss ($p = 0,18$) und eine Wechselwirkung ($p = 0,69$) bestanden nicht

4.4.1.3 Maximum der maternalen Herzfrequenz

Ante partum

Im Gesamtkollektiv ergab die morgendliche Messung von Tag 15 bis 0 ante partum durchschnittliche Werte von $72,79 \pm 6,98$ bis $82,56 \pm 20,00$ Schlägen/ min für das Maximum der Herzfrequenz und somit dem kürzesten R-R-Intervall einer 40 minütigen Aufzeichnung. Nachmittags wiesen die Stuten als höchste Herzfrequenz zwischen $68,32 \pm 10,60$ und $80,89 \pm 10,10$ Schlägen/ min auf (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 71, Abbildung 25).

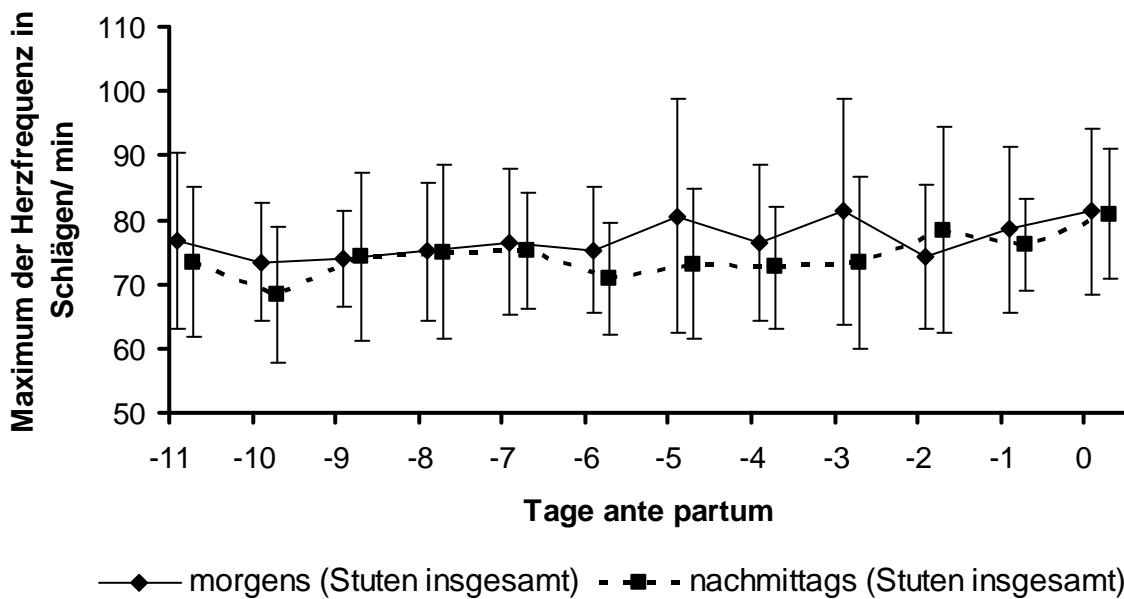


Abbildung 25: Verlauf des Maximums der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) bei allen Stuten (gesamt) der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Bei den Stuten der Gruppe 1 schwankten die Werte morgens zwischen $70,34 \pm 7,64$ und $97,46 \pm 27,91$ Schlägen/ min und nachmittags zwischen $68,36 \pm 10,40$ und $80,86 \pm 5,84$ Schlägen/ min und somit in einem niedrigeren Bereich. Ähnlich verhielten sich die Maxima in der zweiten Gruppe, wo morgens Frequenzen zwischen $68,94 \pm 5,26$ und $89,35 \pm 14,60$ Schlägen/ min und bei der zweiten Messung mit Werten zwischen $68,07 \pm 4,56$ und $82,57 \pm 12,53$ Schlägen/ min meist niedrigere Frequenzen auftraten (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 72, Abbildung 26, 27).

Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Gruppen ($p = 0,78$) nicht, jedoch ändert sich das Maximum einer 40 minütigen Aufzeichnung hochsignifikant im antepartalen Verlauf ($p = 0,0004$) und auch die beiden Messzeitpunkte unterschieden sich signifikant in ihren Werten ($p = 0,019$). Wechselwirkungen zwischen den Faktoren ließen sich nicht feststellen.

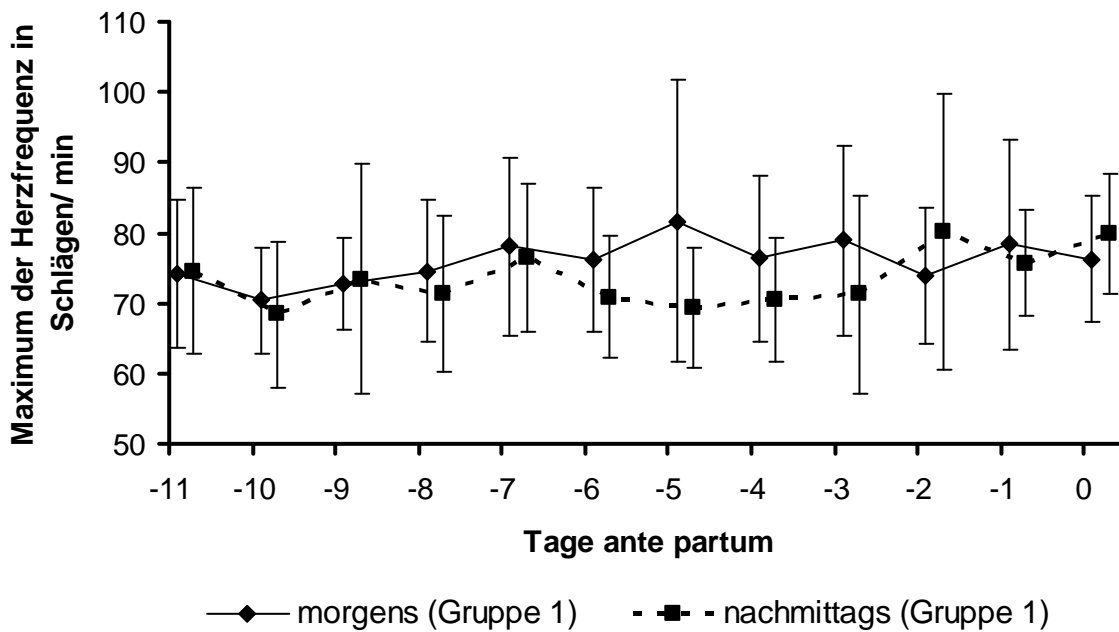


Abbildung 26: Verlauf des Maximums der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) in Gruppe 1 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

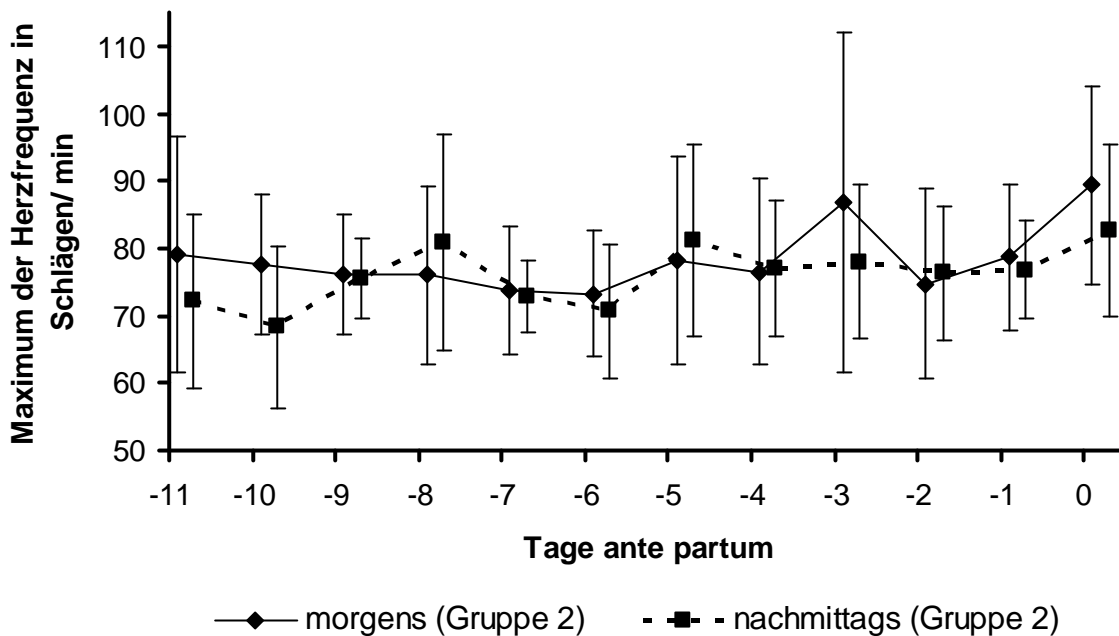


Abbildung 27: Verlauf des Maximums der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min) in Gruppe 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Post partum

Die Maxima der maternalen Herzfrequenz wiesen in den ersten zwölf Stunden nach der Geburt insgesamt einen mittleren Wert von $75,95 \pm 15,47$ Schlägen/ min auf. In der Gruppe 1 betrug der Wert $70,15 \pm 11,2$ Schläge/ min, wohingegen in Gruppe 2 mit $85,37 \pm 17,45$ Schlägen/ min die Herzfrequenz höher war. Im Anschluss erfolgte ein kontinuierlicher Abfall des ermittelten Maximums bis zur Stunde 48 post partum (Tabelle 44, Abbildung 28).

In Gruppe 2 waren die Werte statistisch signifikant höher, als bei den Stuten aus Gruppe 1 ($p = 0,037$). Ein zeitabhängige Veränderung ($p = 0,19$) und eine Wechselwirkung ($p = 0,73$) lagen nicht vor.

Tabelle 44: Maximum der maternalen Herzfrequenzen post partum (p. p.) aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2 in Schlägen/ min. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (x_a) die Standardabweichung (S), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n) (Std. = Stunden)

Std p. p.	Gruppe	Anzahl Stuten/ EKGs	Maximum der maternalen Herzfrequenz (Schläge/ min)		
			$x_a \pm s$	Min	Max
0 – 12	Gesamt	21	$75,95 \pm 15,47$	51,7	117,2
	1	13	$70,15 \pm 11,2$	51,7	98,7
	2	8	$85,37 \pm 17,45$	67,6	117,2
12 – 24	Gesamt	21	$78,32 \pm 17,6$	53,9	126,1
	1	13	$71,17 \pm 12,4$	53,9	97,1
	2	8	$89,95 \pm 19,29$	76,5	126,1
24 – 36	Gesamt	17	$72,06 \pm 15,64$	48,5	98,7
	1	11	$67,18 \pm 14,9$	48,5	95,2
	2	6	$81,01 \pm 13,81$	64,8	98,7
36 - 48	Gesamt	10	$71,42 \pm 16,67$	48,6	102,7
	1	6	$67,94 \pm 18,56$	48,6	102,7
	2	4	$76,65 \pm 14,12$	60,9	94,3

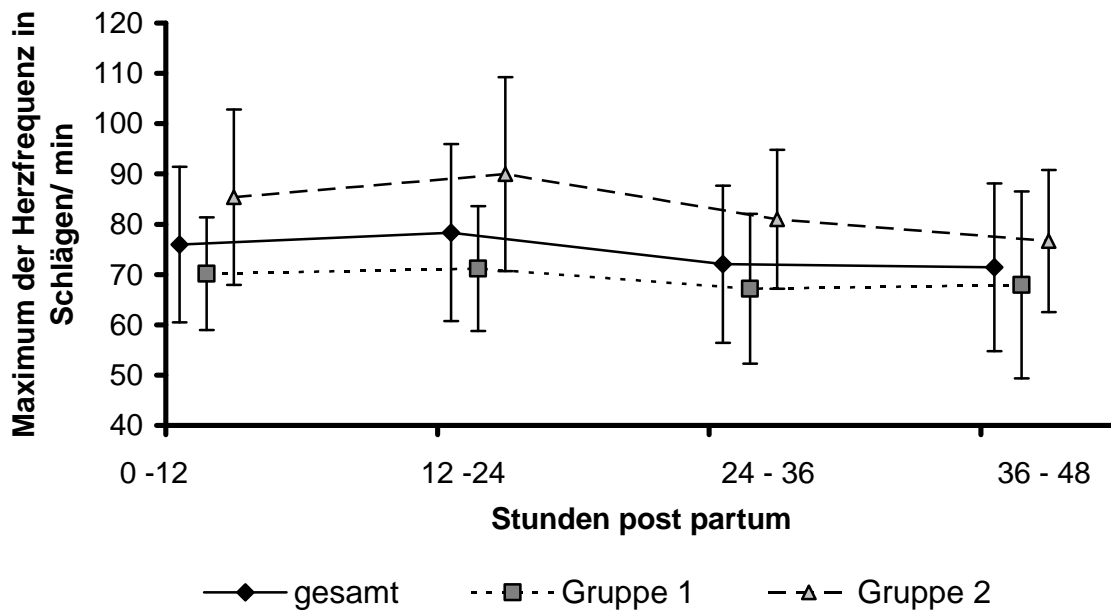


Abbildung 28: Verlauf des Maximums der Herzfrequenz in Schlägen/ min bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der Gruppen 1 und 2 im Zeitraum 0 bis 48 Stunden post partum. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Betrachtung des peripartalen Zeitraums (Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p.)

Die Maxima der maternalen Herzfrequenz sanken von Tag 1 a. p. bis Tag 1. p. p. nur schwach signifikant ab ($p = 0,014$). Zwischen beiden Gruppen bestand ein signifikanter Unterschied ($p = 0,0056$) in Form von höheren Werten bei den Stuten der Gruppe 1, zusätzlich lag eine schwach signifikante Wechselwirkung vor ($p = 0,023$), da sich die Verläufe in diesem Zeitraum in beiden Gruppen nicht deckungsgleich verhielten.

4.4.1.4 Rhythmus

Nur sehr vereinzelt traten vor der Geburt Rhythmusunregelmäßigkeiten auf.

AV-Blöcke 2. Grades

Ante partum

Von Tag 15 bis 10 ante partum, sowie an den Tagen 8, 7, 3 und 0 wies keine der trächtigen Stuten Rhythmusabweichungen in Form von AV-Blöcken 2. Grades auf.

An den anderen Tagen (Tag 9, 6, 5, 4, 2 und 1 ante partum) trat diese Arrhythmie nur bei wenigen Tieren und in sehr geringer Anzahl auf. An Tag 9 wiesen zwei, an Tag 6, 5 und 4 ein Tier an Tag 2 vier Stuten und an Tag 1 vor der Geburt eine Stute mindestens einen AV-Block auf. Die Anzahl schwankte bei positivem Nachweis zwischen einem und vier AV-Blöcken in einer 40-minütigen Untersuchung. Der geometrische Mittelwert in den letzten 15 Tagen vor der Geburt schwankte zwischen 0 und 0,1 (SF: 1,6) AV-Blöcken 2. Grades. Die Auflistung der Anzahl und Tiernummer an den Tagen mit Vorkommen dieser Arrhythmie finden sich Tabelle 45.

Ein Einfluss der Gruppe ($p = 0,75$) und des Messzeitpunktes ($p = 0,58$) konnte ebenso wenig nachgewiesen werden, wie Wechselwirkungen zwischen den Parametern. Jedoch bestand eine schwach signifikante Beeinflussung durch den Faktor Zeit ($p = 0,048$).

Tabelle 45: Tiernummer (Tiernr.) und Anzahl an AV-Blöcken 2. Grades (Anzahl morgens/ Anzahl nachmittags) an den Tagen mit nachgewiesenem Vorkommen dieser Arrhythmie

Tiernr.	Gruppe	Tage ante partum					
		9	6	5	4	2	1
19	1	1/1	2/1	-/4	1/1	2/-	-/1
18	1	1/-	-	-	-	-	-
13	2	-	-	-	-	2/-	-
3	1	-	-	-	-	-/1	-
4	1	-	-	-	-	1/-	-

Post partum

Nach der Geburt konnte eine höhere Anzahl an AV-Blöcken 2. Grades beobachtet werden, wobei dies insbesondere für die ersten 12 Stunden post partum galt. Insgesamt traten nur selten derartige Rhythmusunregelmäßigkeiten auf. Der geometrische Mittelwert schwankte auf alle Stuten bezogen zwischen 0,1 (SF: 1,5) und 0,5 (SF: 4,5) AV-Blöcken in 40 Minuten. Die absoluten Anzahlen innerhalb einer 40-minütigen Aufzeichnung betragen 0 bis 159 Stück, jedoch wies nur eine Stute diese letztgenannte hohe Anzahl auf. In den ersten 24 Stunden post partum traten mehr AV-Blöcke auf, als später (Tabelle 46).

Weder zwischen den Gruppen ($p = 0,88$), noch im zeitlichen postpartalen Verlauf ($p = 0,092$) ließen sich Unterschiede feststellen. Wechselwirkungen lagen ebenfalls nicht vor ($p = 0,85$).

Tabelle 46: Anzahl an AV-Blöcken 2. Grades post partum (p. p.) aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2. Angegeben sind der geometrische Mittelwert (x_g) und der Streufaktor (SF), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n) (Std. = Stunden)

Std. p. p.	Gruppe	Anzahl Stuten/ EKGs	Anzahl AV- Blöcke 2. Grades			
			x_g	SF	Min	Max
0 – 12	Gesamt	21	0,5	4,5	0	159
	1	13	0,6	5,9	0	159
	2	8	0,4	2,8	0	4
12 – 24	Gesamt	21	0,5	3,6	0	20
	1	13	0,4	3,5	0	20
	2	8	0,6	3,9	0	11
24 – 36	Gesamt	17	0,1	1,5	0	1
	1	11	0,1	1,7	0	1
	2	6	0	1,0	0	0
36 - 48	Gesamt	10	0,2	2,2	0	3
	1	6	0,3	2,6	0	9
	2	4	0	1,0	0	0

Betrachtung des peripartalen Zeitraums (Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p.)

Im peripartalen Zeitraum von Tag 1 ante bis post partum konnte eine hochsignifikante Veränderung der Anzahl an AV- Blöcken 2. Grades festgestellt werden ($p < 0,0001$), was sich in einer deutlichen postpartalen Zunahme äußerte. Weder eine Wechselwirkung ($p = 0,92$) noch ein Unterschied zwischen den Gruppen ($p = 0,71$) war statistisch belegbar.

Extrasystolen

Ante partum

Ebenso wie die AV- Blöcke kamen auch Extrasystolen nur vereinzelt vor.

In den letzten 15 Tagen vor der Geburt schwankten die geometrischen Mittelwerte auf alle Stuten bezogen zwischen 0,1 (SF: 2,3) und 0,3 (SF: 2,8) morgens und 0,1 (SF: 2,0) und 0,4 (SF: 2,7) nachmittags. Bei positivem Nachweis konnten in 40 Minuten zwischen einer und 14 Extrasystolen gezählt werden (Anhang 8.2.2.1 Tabelle 73 und 74).

Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Gruppen ($p = 0,93$) und den beiden Messzeitpunkten ($p = 0,91$) nicht, jedoch änderte sich die Anzahl an Extrasystolen schwach signifikant ($p = 0,045$) mit Annäherung zur Geburt. Als einzige statistisch signifikante Wechselwirkung traten die Faktoren „Gruppe“ und „Zeit“ in Erscheinung ($p = 0,027$), da sich die Verläufe in den Gruppen mit fortschreitender Zeit nicht deckungsgleich verhielten.

Post partum

Nach der Geburt traten wie schon vor der Geburt nur sporadisch Extrasystolen auf. Auf das Gesamtkollektiv bezogen schwankten die Anzahlen im geometrischen Mittel zwischen 0,1 (SF: 2,4) und 0,2 (SF: 3,3) Extrasystolen innerhalb einer Aufzeichnungszeit von 40 Minuten. Falls Extrasystolen vorhanden waren, konnten zwischen einer und 51 dieser Rhythmusabweichungen gezählt werden (Tabelle 47). Der Vergleich der Anzahlen beider Gruppen ergab keinen statistisch belegbaren Unterschied ($p = 0,88$). Ebenso wenig konnten zeitabhängige Veränderung ($p = 0,053$) oder Wechselwirkungen ($p = 0,52$) beobachtet werden.

Tabelle 47: Anzahl an Extrasystolen post partum (p. p.) aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2. Angegeben sind der geometrische Mittelwert (x_g) der Streufaktor (SF), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n) (Std. = Stunden)

Std. p. p.	Gruppe	Anzahl Stuten/ EKGs	Anzahl Extrasystolen			
			x_g	SF	Min	Max
0 – 12	Gesamt	21	0,2	3,3	0	51
	1	13	0,2	2,1	0	3
	2	8	0,3	5,7	0	51
12 – 24	Gesamt	21	0,1	2,4	0	12
	1	13	0,1	1,8	0	2
	2	8	0,2	3,4	0	12
24 – 36	Gesamt	17	0,2	3,0	0	12
	1	11	0,2	2,5	0	5
	2	6	0,3	4,2	0	12
36 - 48	Gesamt	10	0,1	1,5	0	1
	1	6	0	1,0	0	0
	2	4	0,1	1,9	0	1

Betrachtung des peripartalen Zeitraums (Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p.)

Im peripartalen Zeitraum gab es keine Hinweise auf eine zeitbedingte Veränderung der Anzahl an Extrasystolen ($p = 0,45$), auf Unterschiede zwischen den Gruppen ($p = 0,87$) und Wechselwirkungen zwischen den Faktoren ($p = 0,61$).

4.4.2 EKG-Parameter der trächtigen Stuten der Einzeluntersuchung

Für die einmalig untersuchten Tiere lagen nur Werte für die antepartale Periode vor. Die Einzelwerte befinden sich in Anhang 8.2.3 Tabelle 87.

4.4.2.1 Herzfrequenz

Mittelwert der Herzfrequenz

Die Stuten mit einer Komplikation in der Trächtigkeit wiesen eine mittlere Herzfrequenz von $66,7 \pm 21,47$ Schlägen/ min auf. In Gruppe 3.1, welche die Tiere

mit ungestörter Gravidität beinhaltete, war die Herzfrequenz im Mittel $50,0 \pm 8,27$ Schlägen/ min. Bei der Stute in der Geburt lag der Mittelwert bei 102 Schlägen/ min.

Minimum der maternalen Herzfrequenz

Bei den Stuten mit unauffälliger Trächtigkeit betrug das Minimum der Herzfrequenz während der Aufzeichnung $37,3 \pm 4,58$ Schlägen/ min, in Gruppe 3.2 lag der Wert bei $45,0 \pm 4,11$ Schlägen/ min. Das Minimum der kolikenden Stute in der Geburt betrug 76,7 Schläge/ min.

Maximum der maternalen Herzfrequenz

Das Maximum der Herzfrequenz während einer Untersuchung lag in Gruppe 3.1 bei $97,1 \pm 25,76$ und in Gruppe 3.2 bei $90,6 \pm 11,78$ Schlägen/ min. Bei der kolikenden Stute in der Geburt wurde ein Maximum von 119,0 Schlägen/ min gemessen.

4.4.2.2 Rhythmus

Keine der einmalig untersuchten Stuten zeigten Rhythmusunregelmäßigkeiten in Form von AV- Blöcken 2. Grades oder Extrasystolen.

4.4.3 Fetales Elektrokardiogramm

4.4.3.1 Prozentfehlerzeit

Die Qualität der Registrierung wurde mit Hilfe der Prozentfehlerzeit (PFZ), als Ausdruck der Fehlregistrierungen bzw. nicht auswertbaren Zeitabschnitte im Verhältnis zur Gesamtaufzeichnungsdauer ausgedrückt. Die Einteilung erfolgte in unterschiedliche Qualitätsgrade, wie im Abschnitt „Material und Methoden“ beschrieben.

Bei Betrachtung aller 267 aufgezeichneten fetalen Elektrokardiogramme ohne Unterscheidung der einzelnen Gruppen konnten im Falle der nicht bearbeiteten, „rohen“ fEKGs ($n_{\text{fEKG}} = 267$) jeweils ca. 20 % in die ersten drei Qualitätsgrade (PFZ: ≤ 5 %, 5 – 10 %, 10 – 20 %), sowie 43 EKGs (16 %) in den vierten Qualitätsgrad (PFZ: 20 – 35 %) eingestuft werden, so dass die nicht auswertbare Zeit bei knapp Dreiviertel aller Aufzeichnungen in einem Bereich zwischen null und 35 % der

Registrierzeit anzusiedeln waren. Mehr als 35 % Prozentfehlerzeit wiesen 67 der 267 fetale EKGs auf (Tabelle 48, Abbildung 29).

Die Nachbearbeitung der EKGs mit nachträglicher Markierung nicht detektierter fetaler Zacken erbrachte eine offensichtliche Verbesserung des auswertbaren Zeitanteils. Bei 142 (53 %) der nachbearbeiteten EKGs konnten nur maximal fünf Prozent der Gesamtaufzeichnungszeit nicht zur Bewertung herangezogen werden, wohingegen vor der Korrektur nur 50 (19 %) fetale EKGs eine derartige Registrierqualität aufwiesen. Nur 33 (12 %) der korrigierten fetalen Aufzeichnungen besaßen Ausfallszeiten von mehr als 35 %, wohingegen dies bei einem Viertel der unkorrigierten Elektrokardiogramme der Fall war.

Festzustellen war, dass jedoch bei 31 (12 %) der nicht bearbeiteten Auswertungen ein Zeitraum von über 75 % der Gesamtaufzeichnungsdauer nicht zur Beurteilung herangezogen werden konnten. Nach manueller Korrektur war dies nur noch bei 3 Aufzeichnungen und somit einem Prozent der EKGs aufgetreten (Tabelle 48, Abbildung 29).

Tabelle 48: Aufteilung der fetalen Elektrokardiogramme nach vorliegender Prozentfehlerzeit (prozentualer Anteil der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit) vor (roh) und nach (korrigiert) Korrektur der Elektrokardiogramme ($n_{\text{fEKG}} = 267$)

Prozentfehlerzeit	Fetale EKGs (n/ %)	
	roh	korrigiert
≤ 5%	50 (19 %)	142 (53 %)
> 5 – 10 %	57 (21 %)	43 (16 %)
> 10 - 20 %	50 (19 %)	29 (11 %)
> 20 - 35 %	43 (16 %)	20 (7 %)
> 35 - 50 %	16 (6 %)	10 (4 %)
> 50 - 75 %	20 (7 %)	20 (7 %)
> 75 %	31 (12 %)	3 (1 %)
Summe	267	267

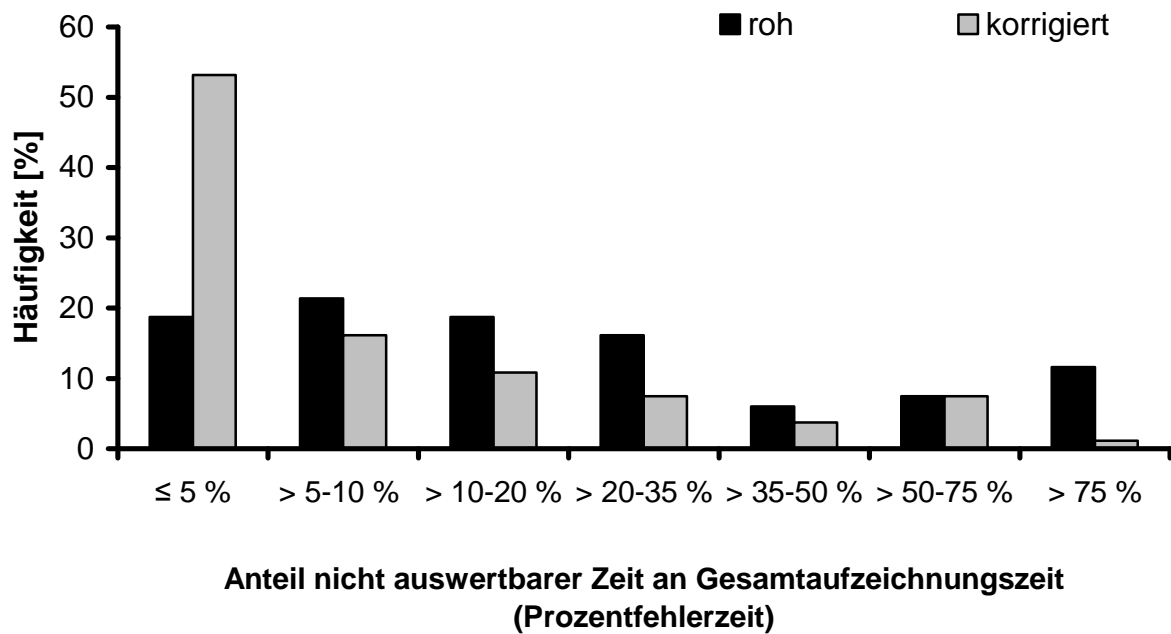


Abbildung 29: Prozentfehlerzeiten (nicht auswertbare Zeit/ Gesamtaufzeichnungszeit) aller angefertigter fetalen Elektrokardiogramme (nfEKG = 267) vor (roh) und nach (korrigiert) der nachträglichen Bearbeitung

4.4.3.1.1 Verlaufsuntersuchung

Unter Berücksichtigung der einzelnen Gruppen konnten folgende Ergebnisse festgestellt werden.

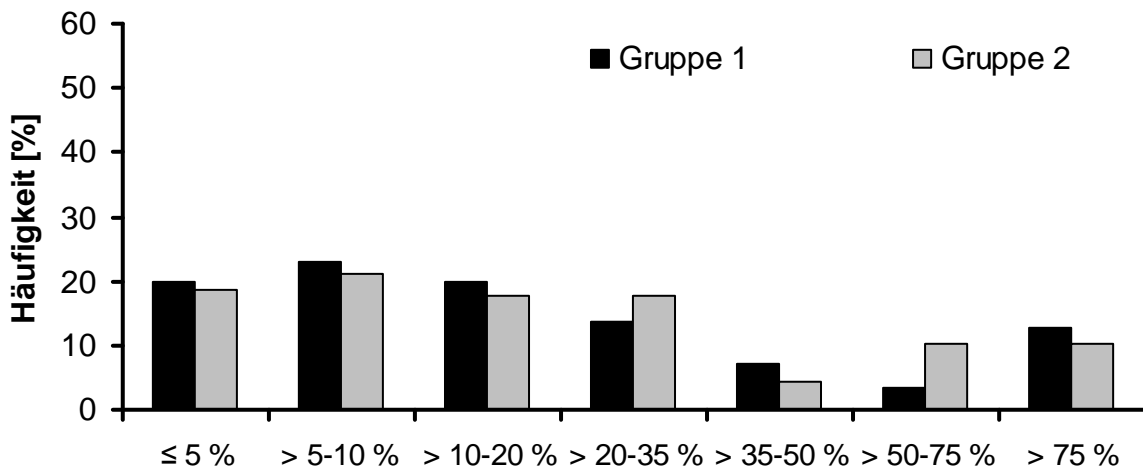
Bei der Auswertung der unbearbeiteten Aufzeichnungen ergab sich für die Gruppe der unauffälligen Trächtigkeiten eine relativ gleichmäßige Verteilung zwischen den ersten drei Qualitätsgraden (Prozentfehlerzeit: ≤ 5 %; >5 – 10 %; >10 – 20 %) mit jeweils einem 20 %igen Anteil. Vergleichbares wurde auch bei den aufgrund von Komplikationen vorgestellten Trächtigkeiten festgestellt, wobei auch eine Prozentfehlerzeit zwischen 20 und 35 % mit ähnlicher Häufigkeit (18 – 21 %) ermittelt wurde. Mehr als 50 bzw. 75 % Prozentfehlerzeit lag bei jeweils einem Zehntel der Aufzeichnungen in Gruppe 2 bzw. bei 4 % und 12 % der fetalen EKGs aus Gruppe 2 vor (Tabelle 49, Abbildung 30).

Nach erfolgter Korrektur der fetalen Elektrokardiogramme war in beiden Gruppen eine deutliche Verminderung der Prozentfehlerzeit festzustellen. Jeweils in über der

Hälfte (54 %) der fetalen EKGs waren maximal nur zwei Minuten einer 40 minütigen Aufzeichnung nicht beurteilbar, was einer Prozentfehlerzeit von höchstens 5 % entspricht. Bei Prozentfehlerzeiten von über 5 % bei den rohen Elektrokardiogrammen konnte auch durch die manuelle Korrektur eine Verbesserung des Qualitätsgrades erzielt werden, was sich in geringeren Ausfallszeiten äußerte. Im Vergleich der Gruppen waren keine deutlichen Unterschiede feststellbar. Bei nur mehr 12 und zehn (acht und neun Prozent) der bearbeiteten fetalen EKGs in Gruppe 1 und 2 mussten Registrierausfälle von über 50 % der Aufzeichnungszeit festgestellt werden (Tabelle 49, Abbildung 31).

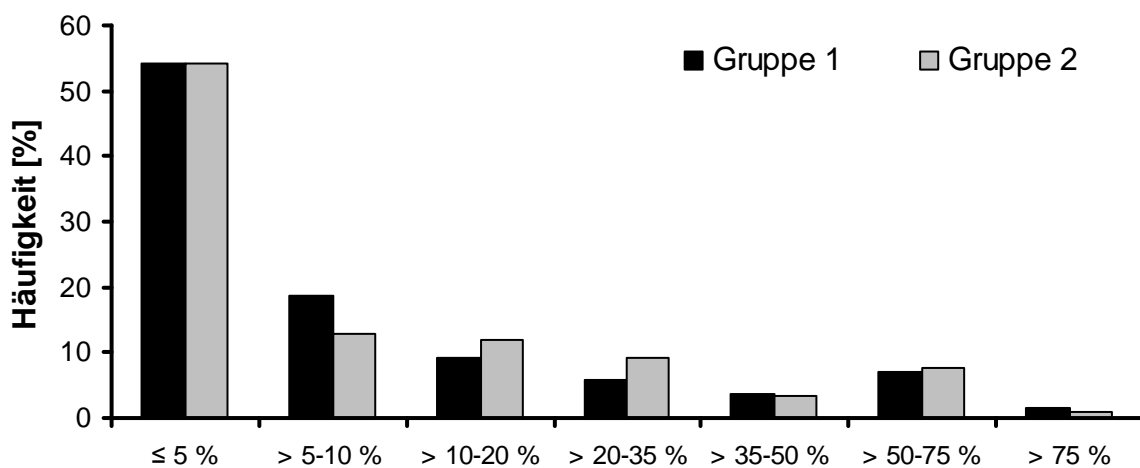
Tabelle 49: Aufteilung der fetalen Elektrokardiogramme (fEKGs) nach vorliegender Prozentfehlerzeit (prozentualer Anteil der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit) vor (roh) und nach (korrigiert) Korrektur der Elektrokardiogramme der Stuten ohne Komplikationen in der Trächtigkeit (Gruppe 1) ($n_{\text{fEKG}} = 140$) und der Stuten mit gestörter Gravidität (Gruppe 2) ($n_{\text{fEKG}} = 118$)

Prozent- fehlerzeit	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Rohe fEKGs	Korrigierte fEKGs	Rohe fEKGs	Korrigierte fEKGs
≤ 5%	28 (20%)	76 (54 %)	22 (19 %)	64 (54 %)
> 5 – 10 %	32 (23 %)	26 (19 %)	25 (21 %)	15 (13 %)
> 10 - 20 %	28 (20 %)	13 (9 %)	21 (18%)	14 (12 %)
> 20 - 35 %	19 (14 %)	8 (6 %)	21 (18 %)	11 (9 %)
> 35 - 50 %	10 (7 %)	5 (4 %)	5 (4 %)	4 (3 %)
> 50 - 75 %	5 (4 %)	10 (7 %)	12 (10 %)	9 (8 %)
> 75 %	18 (13 %)	2 (1 %)	12 (10 %)	1 (1 %)
Summe	140	140	118	118



Anteil nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit

Abbildung 30: Prozentfehlerzeiten (nicht auswertbare Zeit/ Gesamtaufzeichnungszeit) der angefertigten fetalen Elektrokardiogramme der Stuten ohne Komplikationen in der Trächtigkeit (Gruppe 1) ($n_{\text{fEKG}} = 140$) und der Stuten mit gestörter Gravidität (Gruppe 2) ($n_{\text{fEKG}} = 118$) ohne Korrektur



Anteil nicht auswertbarer Zeit an Gesamtaufzeichnungszeit

Abbildung 31: Prozentfehlerzeiten (nicht auswertbare Zeit/ Gesamtaufzeichnungszeit) der angefertigten fetalen Elektrokardiogramme der Stuten ohne Komplikationen in der Trächtigkeit (Gruppe 1) ($n_{\text{fEKG}}=140$) und der Stuten mit gestörter Gravidität (Gruppe 2) ($n_{\text{fEKG}}=118$) nach Korrektur

Im zeitlichen Verlauf war erkennbar, dass zur Geburt tendentiell mehr Aufzeichnungen eine höhere Ausfallszeit aufwiesen (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 75, Abbildung 32).

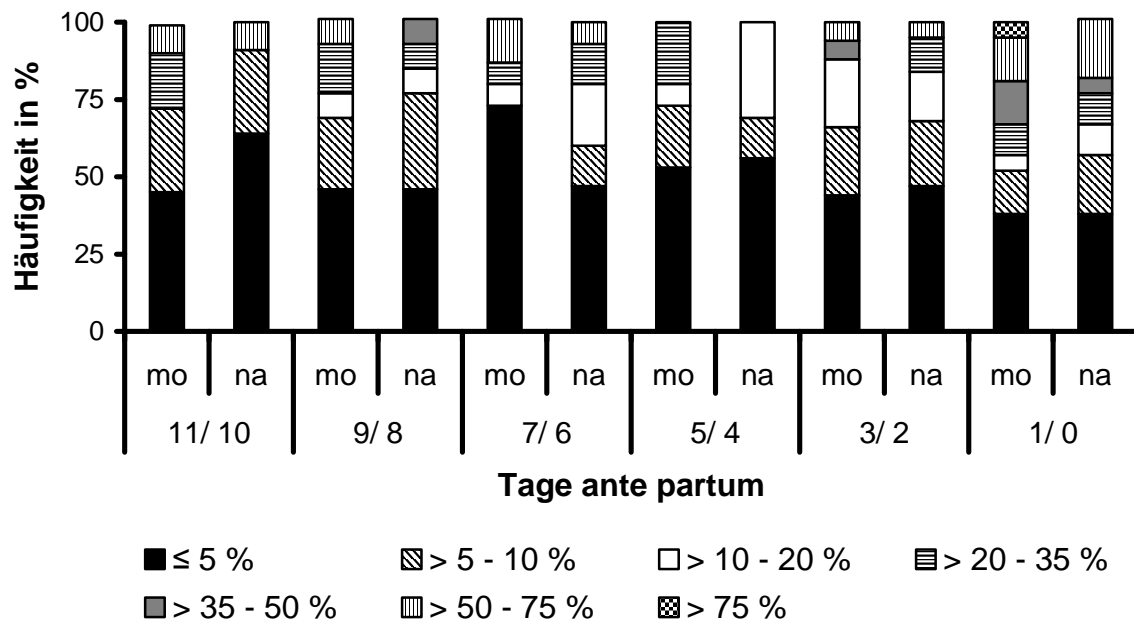


Abbildung 32: Relative Häufigkeiten der Prozentfehlerzeiten des Gesamtkollektivs unterteilt in die einzelnen Messtage ante partum, sowie die beiden Messzeitpunkte morgens (mo) und nachmittags (na).

4.4.3.1.2 Einzeluntersuchung

Auch im Rahmen der manuellen Korrektur und Optimierung der fetalen Elektrokardiogramme trat eine deutliche Verbesserung der Auswertbarkeit ein. Vor der nachträglichen Bearbeitung konnte keine der neun Herzfrequenzregistrierungen in die ersten beiden Qualitätsgrade mit maximal 10 % nicht auswertbarer Zeit eingeordnet werden. Bei vier von neun Verlaufskurven (44 %) konnte mindestens 50 % der Aufzeichnungszeit nicht zur Beurteilung herangezogen werden, wohingegen nach manueller Korrektur nur noch zwei EKGs (22 %) derartig eingestuft werden mussten. Jeweils bei zwei Aufzeichnungen (22 %) betrug die nicht auswertbare Zeit weniger als fünf, zwischen fünf und zehn und zwischen zehn und zwanzig Prozent (Tabelle 50).

Tabelle 50: Prozentfehlerzeiten der fetalen EKGs (fEKGs) der Einzeluntersuchungen (n = 9) vor (roh) und nach Bearbeitung (korrigiert)

Prozentfehlerzeit (nicht auswertbare Zeit/ Aufzeichnungszeit)	Rohe fEKGs	Korrigierte fEKGs
≤ 5 %	-	2 (22,2 %)
> 5 – 10 %	-	2 (22,2 %)
>10 – 20 %	1 (11,1 %)	2 (22,2 %)
> 20 – 35 %	3 (33,3 %)	1 (11,1 %)
>35 – 50 %	1 (11,1 %)	1 (11,1 %)
> 50 – 75 %	3 (33,3 %)	1 (11,1 %)
> 75 %	1 (11,1 %)	-
Summe	9	9

4.4.3.2 Fetale Herzfrequenzparameter der Verlaufsuntersuchung

4.4.3.2.1 Basale Herzfrequenz

Insgesamt betrug die mittlere basale Herzfrequenz aller 258 aufgezeichneten fetalen EKGs $71,3 \pm 8,9$ Schläge/ min.

Die Bestimmung der basalen Herzfrequenz konnte bei 19 (9 %) der 223 fetalen EKGs der letzten 15 Tage ante partum aufgrund eines fehlenden, über zwei Minuten stabilen, horizontalen Segmentes der fetalen Herzfrequenz nicht erfolgen. Bei Betrachtung der beiden Gruppen konnte ein entsprechender Anteil (8 und 9 % der Gesamtelektrokardiogramme) errechnet werden.

Bei Betrachtung der Gesamtheit der Feten schwankten in den letzten 15 Tagen vor der Geburt die ermittelten Werte morgens zwischen $65,8 \pm 6,7$ und $80,9 \pm 16,4$ Schlägen/ min und nachmittags zwischen $65,6 \pm 6,5$ und $78,1 \pm 15,0$ Schlägen/ min.

Die basale fetale Herzfrequenz zeigte einen zeitabhängigen Verlauf mit Annäherung zum Geburtszeitpunkt. Vom 15./ 14. Tag ante partum bis zum 4./ 5. Tag a. p. konnte ein Abfall der basalen Herzfrequenz verzeichnet werden. Im Anschluss folgte eine stetiger Anstieg bis zur Geburt (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 76, Abbildung 33).

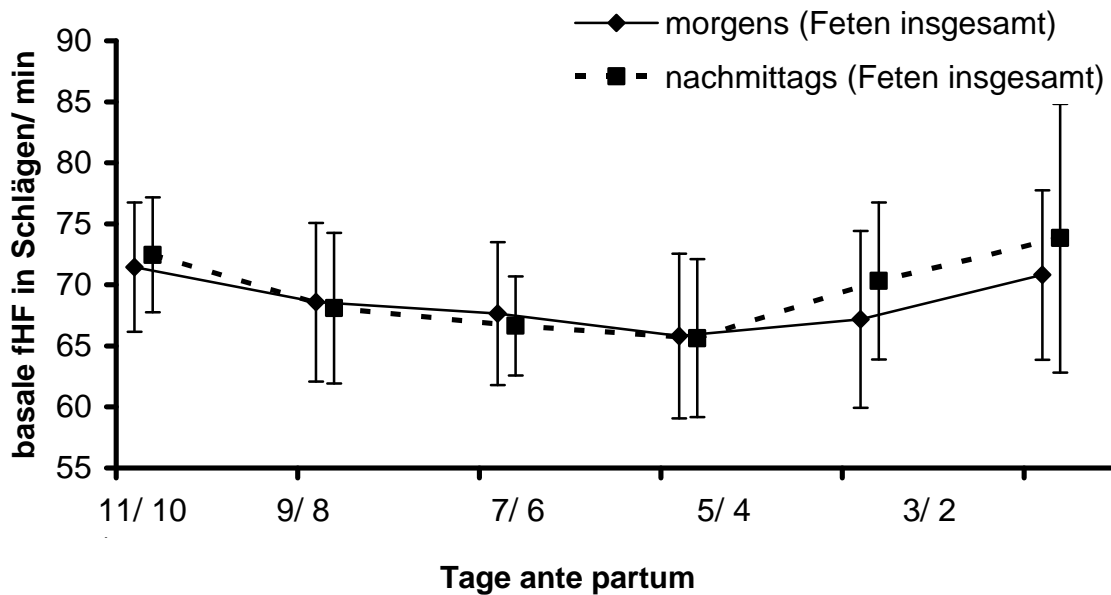


Abbildung 33: Verlauf der basalen fetalen Herzfrequenz (fHF) bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Ein vergleichbarer zeitabhängiger Verlauf mit einem Absinken auf die niedrigste gemessene Herzfrequenz am 4./ 5. Tag ante partum und nachfolgendem Anstieg bis 1/ 0 Tag vor der Geburt zeigte sich auch in den einzelnen Gruppen.

In Gruppe 1 bewegten sich die Werte zwischen $65,2 \pm 7,4$ und $71,3 \pm 6,2$ Schlägen/ min bei der morgendlichen Messung, nachmittags lagen die Frequenzen in einem Bereich von $65,7 \pm 6,4$ bis $71,6 \pm 6,0$ Schlägen/ min. Bei den Feten aus der Gruppe mit Komplikationen während der Trächtigkeit lagen die Frequenzen morgens bzw. nachmittags zwischen $67,0 \pm 5,8$ und $87,6$ und $16,9$ bzw. $65,4 \pm 7,4$ und $82,6 \pm 15,6$ Schlägen/ min (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 76, Abbildung 34).

Es konnte eine hochsignifikante Veränderung der basalen Herzfrequenz ($p < 0,0001$) im antepartalen Verlauf von Tag 11/ 10 bis zur Geburt nachgewiesen werden.

Zwischen den Gruppen existierten keine statistisch belegbaren Unterschiede ($p = 0,14$).

Ein Unterschied zwischen den Messzeitpunkten morgens und nachmittags konnte sowohl bei Betrachtung aller Feten, als auch der einzelnen Gruppen nicht festgestellt werden ($p = 0,35$). Zwischen den Faktoren ließen sich keine Wechselwirkungen belegen.

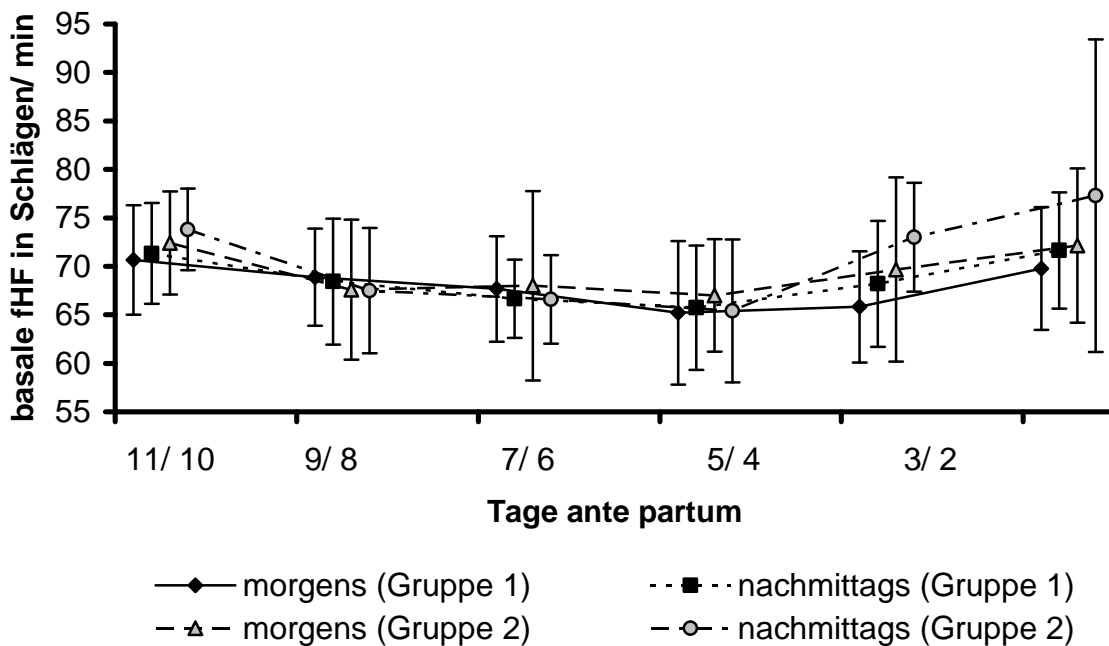


Abbildung 34: Verlauf der basalen fetalen Herzfrequenz (fHF) in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

4.4.3.2.2 Minimum der fetalen Herzfrequenz

Es konnte für jede Aufzeichnung jeweils Minimum und Maximum der fetalen Herzfrequenz an jeder einzelnen graphischen Kurve abgelesen werden, unabhängig ob die basale Herzfrequenz bestimmt werden konnte oder nicht.

Die niedrigste innerhalb eines 40 minütigen Segmentes abgelesene Frequenz bezogen auf alle Feten schwankte im Mittel morgens zwischen $60,3 \pm 5,5$ und $73,6 \pm 16,3$ Schlägen/min und nachmittags zwischen $60,6 \pm 6,5$ und $71,3 \pm 14,3$ Schlägen/min. Die antepartal gemessenen Werte verhielten sich in ihrem Verlauf bis zur Geburt wie die basale Herzfrequenz, so dass auch hier der niedrigste Wert am 5./4. Tag a. p. mit einer anschließenden stetigen Zunahme bis Tag 0/1 ante partum auftrat (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 77, Abbildung 35).

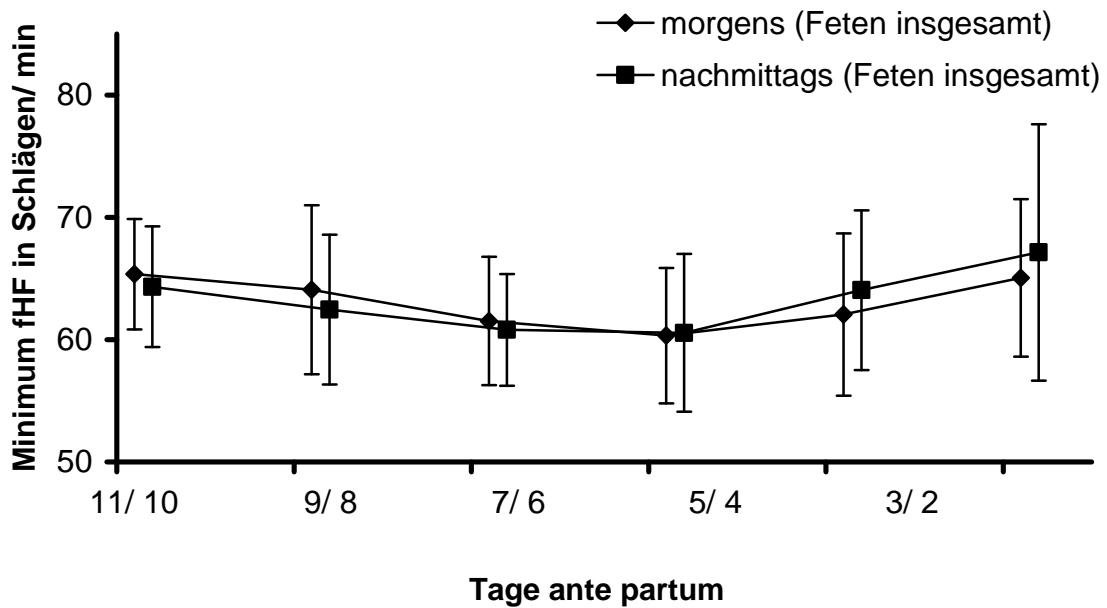


Abbildung 35: Verlauf des Minimums der fetalen Herzfrequenz (fHF) bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Ein vergleichbarer Verlauf konnte in den beiden Untersuchungsgruppen festgestellt werden mit jeweils den niedrigsten Frequenzen des Verlaufes an Tag 5/ 4 und nachfolgendem Ansteigen zur Geburt hin. Die Werte bewegten sich morgens zwischen $59,8 \pm 5,9$ und $65,3 \pm 5,01$ Schlägen/ min und nachmittags zwischen $61,0 \pm 5,0$ und $65,5 \pm 5,8$ Schlägen/ min bei den Feten mit komplikationsloser Gravidität. In Gruppe 2 wurden bei der ersten Messung des Tages Frequenzen zwischen $61,4 \pm 5,3$ und $79,2 \pm 18,6$ Schlägen/ min. Nachmittags wurden Werte von $59,0 \pm 10,0$ und $75,6 \pm 16,6$ Schlägen/ min (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 77, Abbildung 36).

Bezüglich der Daten beider Gruppen ließen sich jedoch keine statistisch signifikanten Unterschiede darstellen ($p = 0,29$).

Der zeitliche Einfluss bei Betrachtung der letzten elf Tag vor der Geburt erwies sich als statistisch hochsignifikant ($p < 0,001$).

Auch in den verschiedenen Gruppen waren nur minimale Differenzen der Werte der beiden Messzeitpunkte erkennbar, auch hier konnten durch statistische Testverfahren keine Unterschiede belegt werden ($p = 0,69$). Wechselwirkungen zwischen den Faktoren ließen sich nicht nachweisen.

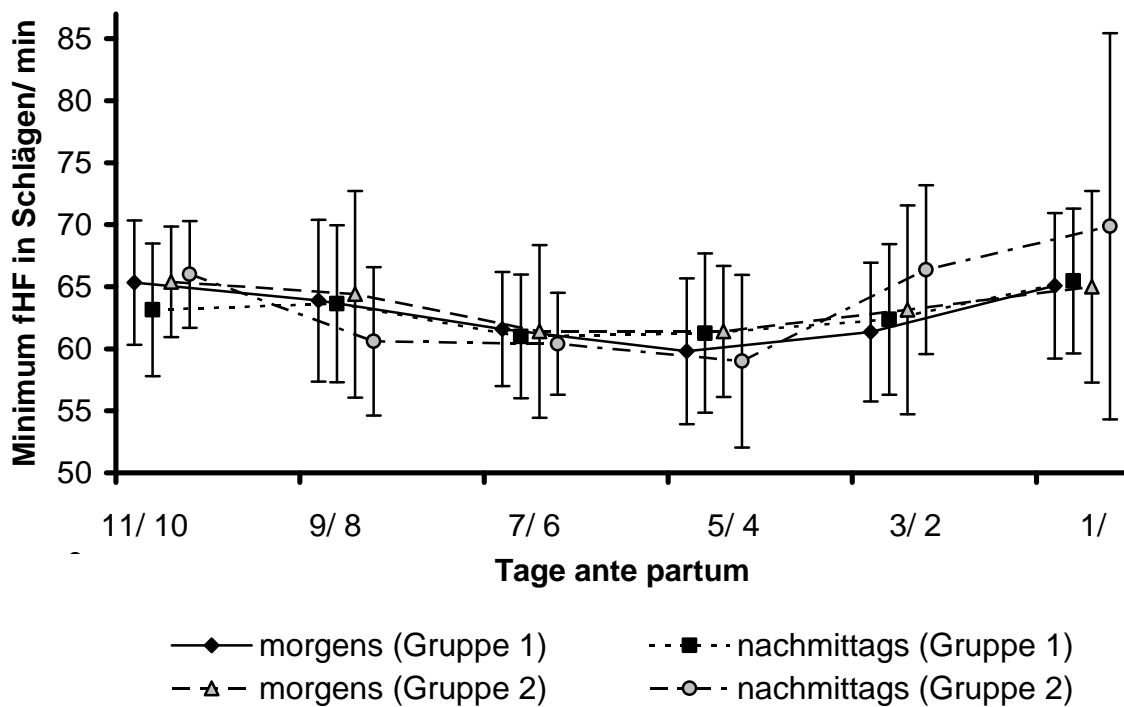


Abbildung 36: Verlauf des Minimums der fetalen Herzfrequenz (fHF) in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

4.4.3.2.3 Maximum der fetalen Herzfrequenz

Das Maximum der fetalen Herzfrequenz bewegte sich bezogen auf alle Feten in den letzten 15 Tagen vor der Geburt bei der Morgenmessung zwischen $117,3 \pm 23,6$ und $141,9 \pm 38,4$ Schlägen/ min, in Gruppe 1 zwischen $113,7 \pm 21,5$ und $152,0 \pm 42,3$ Schlägen/ min und in Gruppe 2 zwischen $119,4 \pm 31,8$ und $146,8 \pm 19,6$ Schlägen/ min.

Nachmittags lagen die Werte im Gesamtkollektiv bei $116,8 \pm 22,2$ bis $143,63 \pm 26,5$ Schlägen/ min. Die Feten komplikationsloser Trächtigkeiten verfügten zu diesem Messzeitpunkt über Maxima zwischen $111,9 \pm 23,6$ und $142,3 \pm 26,9$ Schlägen, in der Gruppe 2 wurden Werte zwischen $106,6 \pm 10,8$ und $148,8 \pm 21,1$ Schlägen/ min beobachtet (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 78, Abbildung 37 und 38).

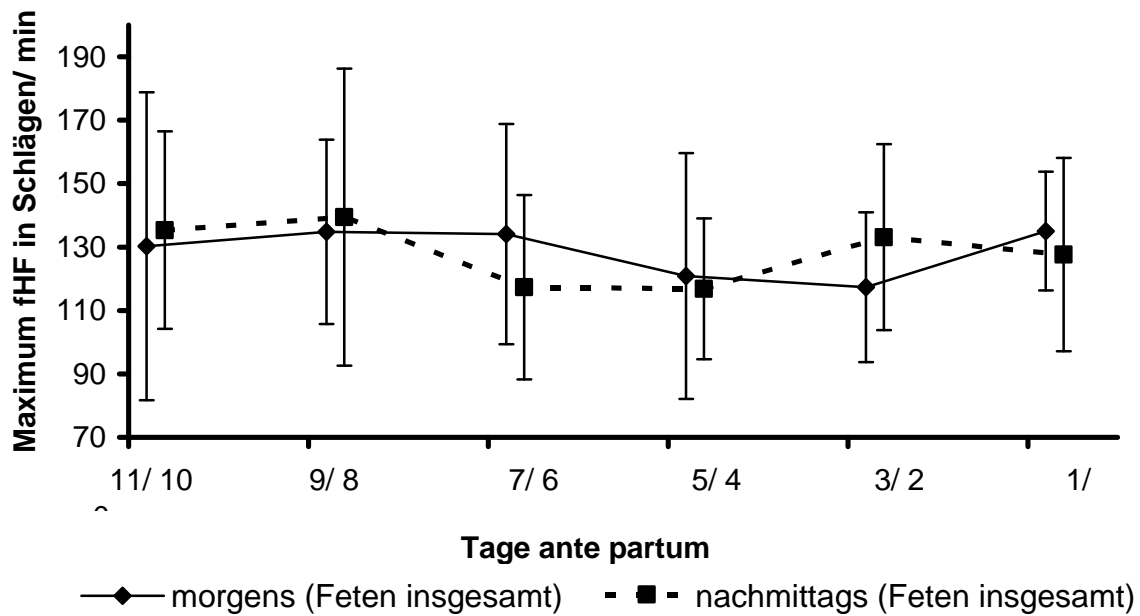


Abbildung 37: Verlauf des Maximums der fetalen Herzfrequenz (fHF) bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Im Gegensatz zur basalen Herzfrequenz und zum ermittelten Minimum der Herzrate konnte hier kein statistisch signifikanter Einfluss der Zeit auf den Verlauf der Werte nachgewiesen werden ($p = 0,24$). Zwischen den Gruppen bestätigten sich keine signifikanten Unterschiede ($p = 0,65$). Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten morgens und nachmittags waren statistisch nicht belegbar ($p = 0,95$). Auch die Wechselwirkungen untereinander waren statistisch nicht signifikant.

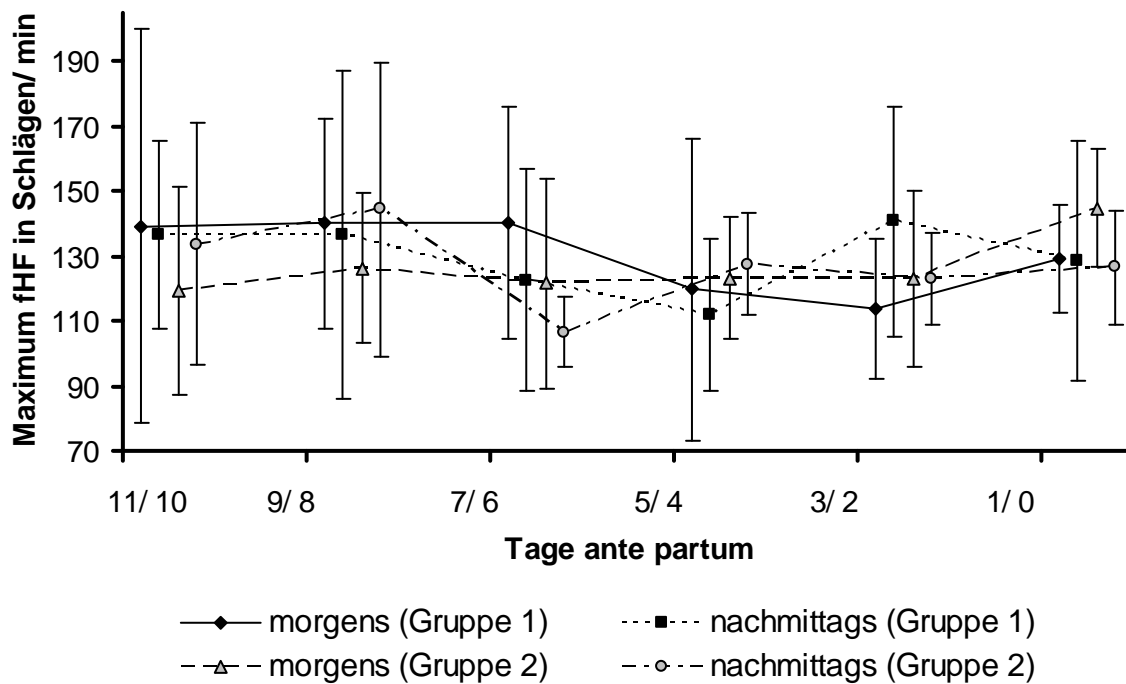


Abbildung 38: Verlauf des Maximums der fetalen Herzfrequenz (fHF) in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben ist der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

4.4.3.2.4 Akzelerationen Typ I

4.4.3.2.4.1 Anzahl Akzelerationen Typ I

In den letzten 15 Tagen vor der Geburt wiesen die Feten bei den morgendlichen bzw. nachmittäglichen Messungen im geometrischen Mittel Anzahlen zwischen 5,0 (SF: 2,2) und 7,1 (SF: 1,3) bzw. 4,3 (SF: 2,4) und 7,3 (SF: 1,5) innerhalb einer 40 minütigen Aufzeichnung auf (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 79, Abbildung 39).

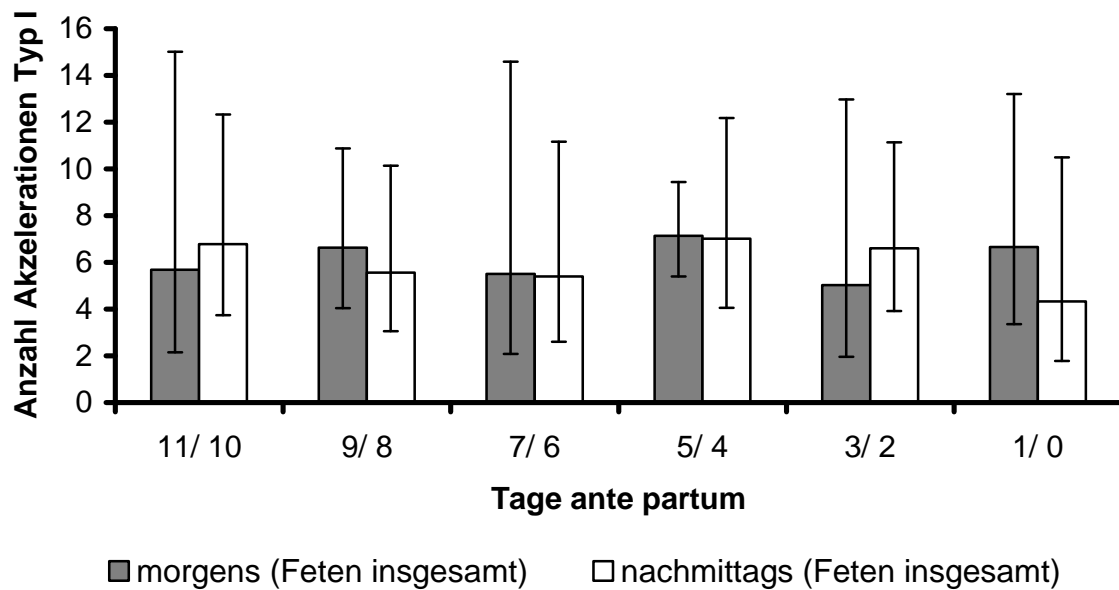


Abbildung 39: Anzahl an Akzelerationen Typ I (Minstdauer 30 Sekunden) bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der geometrische Mittelwert und der Streufaktor.

In der Gruppe der Tiere ohne Komplikationen wurden morgens im geometrischen Mittel Anzahlen zwischen 4,2 (SF: 3,0) und 8,6 (SF: 1,4) und nachmittags zwischen 5,4 (SF: 1,9) und 8,8 (SF: 1,4) ermittelt. Insgesamt präsentierte sich hier ein wellenförmiger Verlauf.

In Gruppe 2 wurden morgens zwischen 3,4 (SF: 3,7) und 9,0 (SF: 1,6) sowie nachmittags zwischen 2,5 (SF: 3,3) und 7,2 (SF: 2,6) Akzelerationen in 40 Minuten gezählt. Nachmittags wurden mit Ausnahme der Tage 11/10 und 3/2 ante partum weniger Akzelerationen als morgens gezählt (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 79, Abbildung 40).

Eine Veränderung der Anzahl mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt ($p = 0,51$) konnte ebenso wenig nachgewiesen werden, wie ein Einfluss des Messzeitpunktes ($p = 0,58$). Unterschiede zwischen den Gruppen ließen sich nicht mit statistischer Signifikanz bestätigen ($p = 0,27$). Desweiteren traten auch keine Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Faktoren auf.

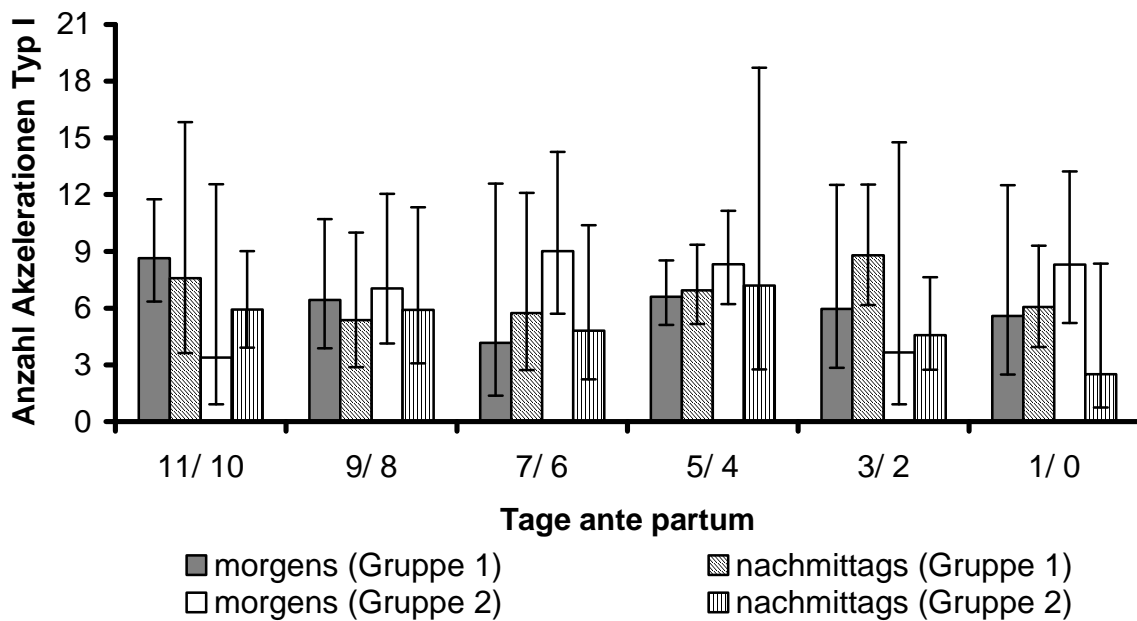


Abbildung 40: Anzahl an Akzelerationen Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der geometrische Mittelwert und der Streufaktor.

4.4.3.2.4.2 Kategorisierung

Bei Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraums von Tag 15 bis 0 ante partum zeigt sich eine klare Verteilung innerhalb der Kategorisierung, welche bei allen Feten, sowie den Tieren in Gruppe 1 und 2 gleichermaßen vorliegt.

Insgesamt konnten im Zeitraum der letzten 15 Tage vor der Geburt bei 105 von 204 Aufzeichnungen (51 %) zwischen sechs und zehn Akzelerationen in 40 Minuten gezählt werden. In der Gruppe der Tiere ohne Komplikationen während der Trächtigkeit war dies in 65 von 120 Messungen (54 %) der Fall, wohingegen bei den Feten der Gruppe 2 mit 40 von 84 und somit nur 48 % der Aufzeichnungen ein geringerer Anteil in diese Kategorie eingeteilt werden konnte.

Am zweithäufigsten war in allen Gruppen die Kategorie zwei (zwei – fünf Akzelerationen/ 40 Minuten) vertreten und zwar in 54 Fällen (26 %) aller Feten und in 30 Fällen (25 %) bei den Feten in Gruppe 1. Mit 24 Messungen (29 %) war der Anteil in Gruppe 2 etwas höher als bei den komplikationslosen Trächtigkeiten. Zwischen elf und 15 Akzelerationen mit mindestens 30 Sekunden Dauer konnten in 32 Fällen (16 %) bei allen Feten und in 20 Fällen (17 %) in Gruppe 1 gezählt werden. Bei den

aufgrund von Komplikationen vorgestellten Tieren war dieser Anteil mit zwölf Messungen (14 %) etwas geringer. (Tabelle 51, Abbildung 41).

Tabelle 51: Häufigkeitsverteilung der Kategorien der Anzahl an Akzelerationen Typ I (Minstdauer 30 Sekunden) aller Feten der Verlaufsuntersuchung (gesamt), der Feten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und der Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) (ges = gesamt, fEKGs = fetale Elektrokardiogramme)

Tage a. p.	Grup- pe	Kategorisierung Anzahl Akzelerationen Typ I					Anzahl fEKGs
		0 (0)	1 (1)	2 (2- 5)	3 (> 5–10)	4 (> 10–15)	
ges.	ges.	4 (2 %)	9 (4 %)	54 (26 %)	105 (51 %)	32 (16 %)	204
(15 – 0)	1	1 (1 %)	4 (3 %)	30 (25 %)	65 (54 %)	20 (17 %)	120
	2	3 (4 %)	5 (6 %)	24 (29 %)	40 (48 %)	12 (14 %)	84

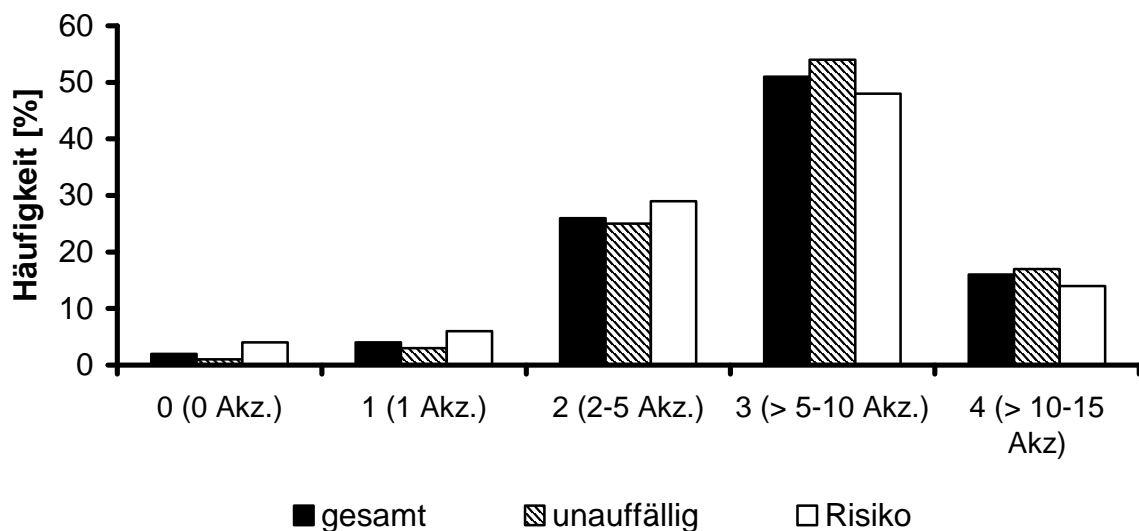


Abbildung 41: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen (Akz.) Typ I (Minstdauer 30 Sekunden) bei den Messungen aller Feten der Verlaufsuntersuchung (gesamt), der Feten aus Gruppe 1 und 2 im Zeitraum Tag 15 bis 0 ante partum

Bezogen auf alle in der Verlaufsuntersuchung gemessenen Feten konnten morgens und nachmittags am häufigsten, und zwar bei 39 % bis 67 % der in den entsprechenden Messintervallen aufgezeichneten fetalen EKGs, zwischen sechs und

zehn Akzelerationen in 40 Minuten gezählt werden. Eine Ausnahme stellte nur Tag 11/ 10 ante partum dar, an dem nachmittags diese Scorekategorie nicht die Mehrheit bildete. In sechs bis 25 % der Aufzeichnungen traten zwischen 10 und 15 Herzfrequenzbeschleunigungen innerhalb des beurteilten Abschnittes auf. In sieben bis 45 % der Fälle lagen zwischen zwei und fünf Akzelerationen vor (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 80 und 81, Abbildung 42).

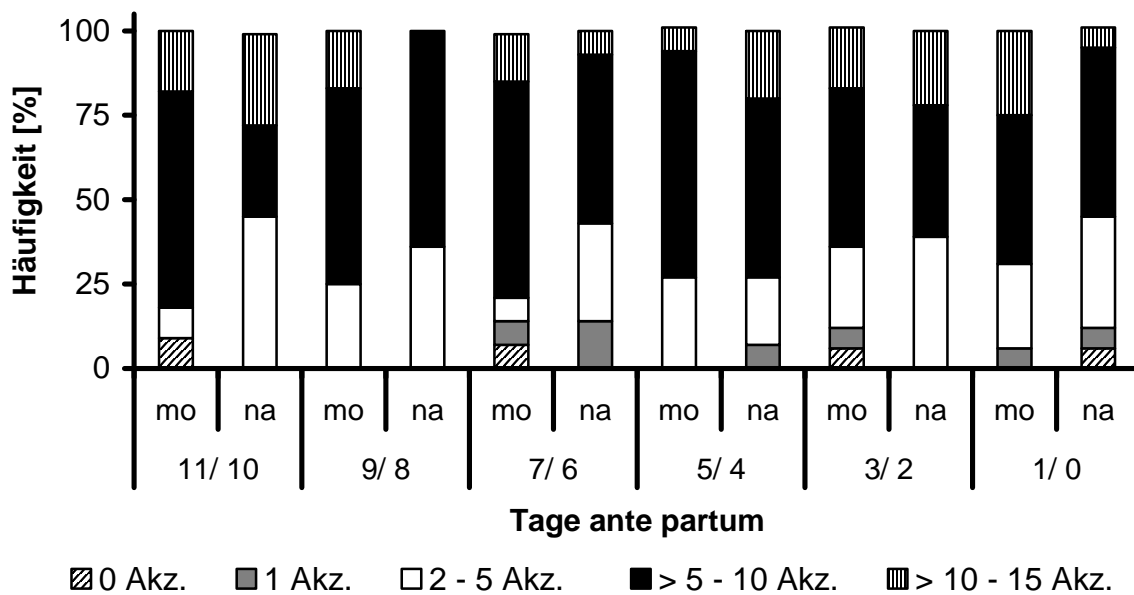


Abbildung 42: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen (Akz.) Typ I (Minstdauer 30 Sekunden) bei den Messungen aller Feten der Verlaufsuntersuchung von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens (mo) und nachmittags (na).

Bei getrennter Betrachtung beider Gruppen präsentierte sich ein ähnliches Bild. Am häufigsten traten zwischen sechs und zehn Akzelerationen auf (Anhang 8.2.3 Tabelle p und l, Anhang 8.2.2 Abbildung 51 und 52).

Bis auf eine statisch signifikante Wechselwirkung bezüglich der Faktoren „Gruppe x Zeit“ ($p = 0,0093$) lagen keine weiteren Signifikanzen vor. Die beiden Kurven der beiden Gruppen zeigten keinen deckungsgleichen Verlauf.

4.4.3.2.4.3 Amplitude der Akzelerationen Typ I

Die durchschnittliche Ausschlagshöhe bewegte sich in den letzten 15 Tage vor der Geburt bezogen auf alle Feten morgens in einem Bereich von $28,2 \pm 9,7$ bis $37,9 \pm 14,1$ Schläge/ min. Die spätere Messung des Tages erbrachte Werte zwischen $29,3 \pm 6,4$ und $38,6 \pm 22,9$ Schläge/ min (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 82, Abbildung 43).

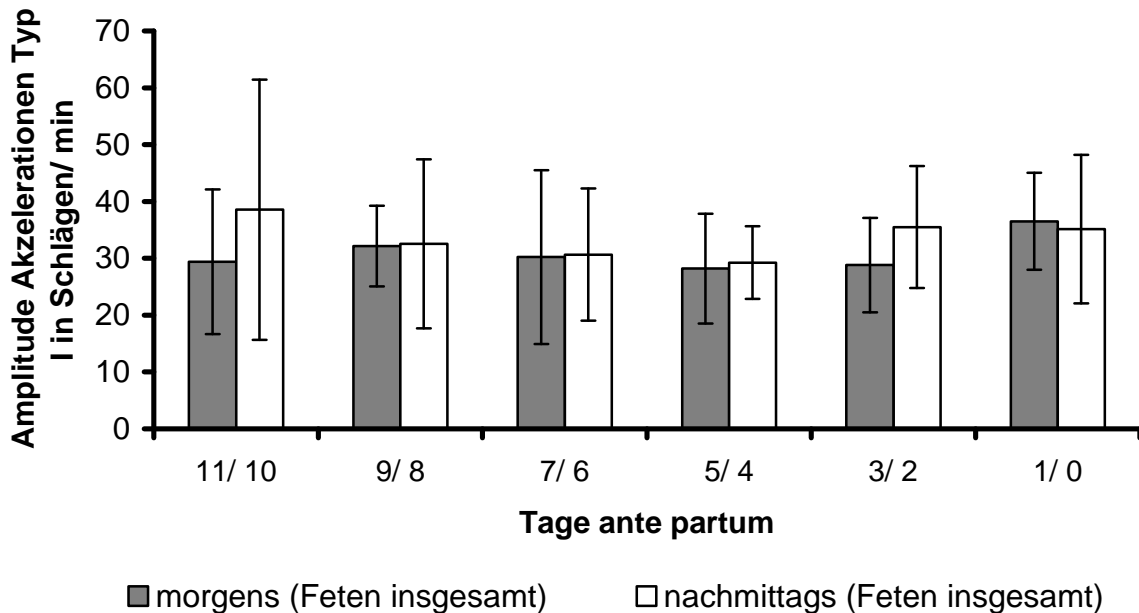


Abbildung 43: Amplitude der Akzelerationen Typ I (Minstdauer 30 Sekunden) bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

Bei den Feten der Stuten ohne Auffälligkeiten während der Gravidität (Gruppe 1) ergaben sich im Beobachtungszeitraum mittlere Amplituden zwischen $26,4 \pm 7,9$ und $39,3 \pm 10,97$ Schläge/ min im Rahmen der morgendlichen Messung und mit $27,7 \pm 6,7$ bis $43,7 \pm 28,3$ Schläge/ min nachmittags etwas höhere Werte. In der Gruppe 2 bewegten sich die Werte der ersten Messung des Tages zwischen $25,8 \pm 5,9$ und $38,6 \pm 7,3$ Schläge/ min und somit in einem weiteren Bereich als nachmittags, wo die Ausschlagshöhe zwischen $27,8 \pm 6,7$ und $37,0 \pm 18,11$ Schläge/ min (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 82, Abbildung 44).

Ein signifikante Veränderung der Ausschlagshöhe mit fortschreitender Zeit konnte nicht aufgezeigt werden ($p = 0,17$). Der zwischen beiden Gruppen sichtbare

Unterschied in der Amplitude erwies sich als nicht signifikant ($p = 0,67$), so wie auch die Differenz zwischen den unterschiedlichen Messzeitpunkten ($p = 0,16$).

Zwischen den Faktoren existierten keine statistisch belegbaren Wechselwirkungen.

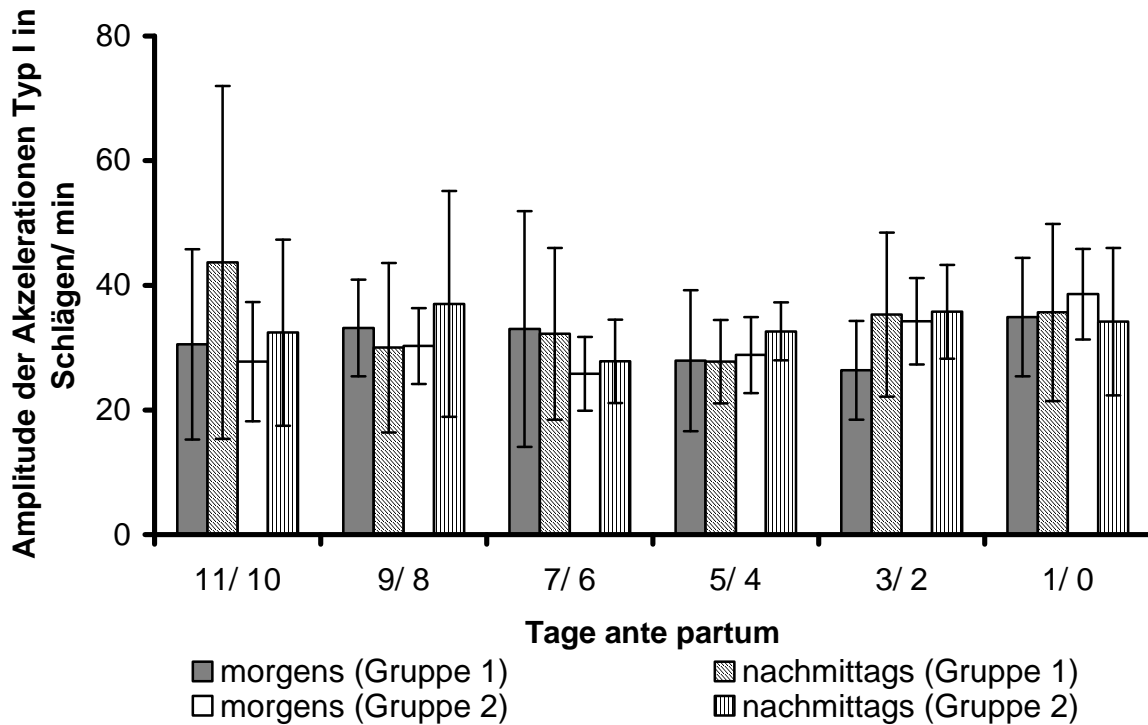


Abbildung 44: Amplitude der Akzelerationen Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung.

4.4.3.2.5 Akzelerationen Typ II

4.4.3.2.5.1 Anzahl Akzelerationen Typ II

Im Gesamtkollektiv erbrachte die Auswertung der morgendlichen Aufzeichnung der letzten 15 Tagen vor der Geburt geometrische Mittelwerte zwischen 2,0 (SF: 2,4) und 3,5 (SF: 2,1) Akzelerationen vom Typ II. Nachmittags lagen die Werte insgesamt zwischen 1,6 (SF: 2,7) und 3,7 (SF: 1,8) (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 83, Abbildung 45).

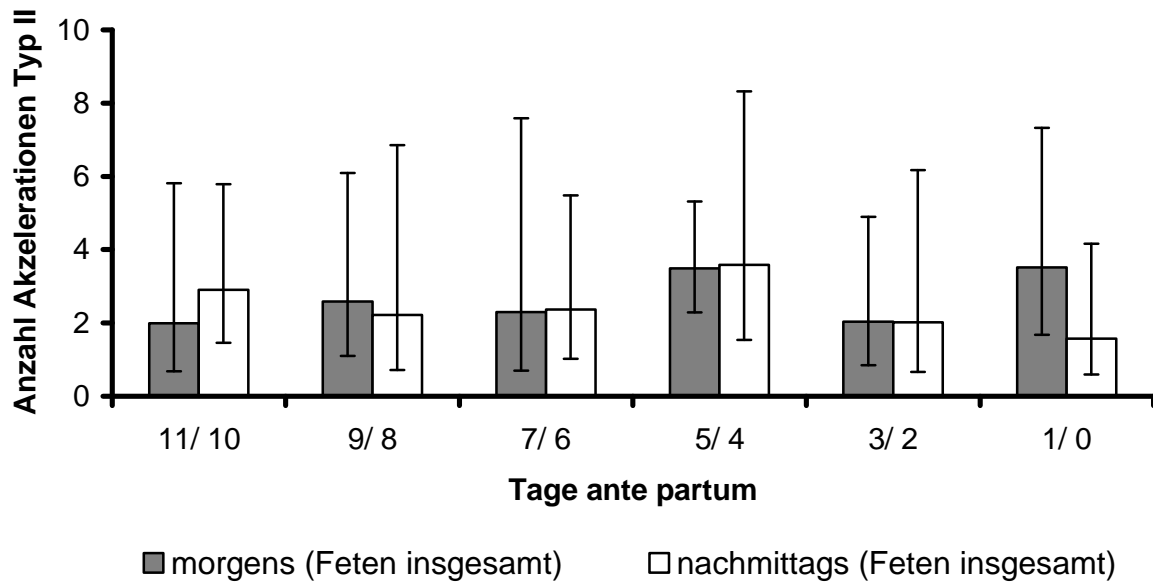


Abbildung 45: Anzahl an Akzelerationen Typ II (Mindestdauer 1 Minute) bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der geometrische Mittelwert und der Streufaktor.

Bei den Feten der Gruppe 1 bewegten sich die Anzahlen morgens zwischen 1,6 (SF: 3,6) bis 3,0 (SF: 2,3). In Gruppe 2 schwankten diese zu diesem Messzeitpunkt mit 1,3 (SF: 4,2) bis 5,0 (SF: 1,4) Akzelerationen in einem weiteren Bereich.

Die geometrischen Mittelwerte bei der Nachmittagsmessung lagen in Gruppe 1 in einem Bereich von 1,9 (SF: 2,7) bis 4,5 (SF: 1,5) Akzelerationen und in Gruppe 2 bei 0,6 (SF: 3,0) bis 4,2 (SF: 4,1) und somit etwas niedriger als bei den komplikationslosen Trächtigkeiten. Beide Gruppen zeigen einen eher wellenförmigen Verlauf.

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Messzeitpunkte in Gruppe 1 war die Anzahl an Akzelerationen morgens niedriger als nachmittags. Eine Ausnahme bildeten nur die Tage 9/ 8 und 1/ 0. Im Gegensatz zur Gruppe 1 konnten bei den Feten der Gruppe 2 morgens mehr Akzelerationen als nachmittags mit Ausnahme des Tages 11/ 10 gezählt werden (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 83, Abbildung 46).

Eine Veränderung der Anzahlen mit Annäherungen an den Geburtszeitpunkt konnte nicht statistisch nachgewiesen werden ($p = 0,071$) und auch zwischen den Gruppen ($p = 0,58$) und Messzeitpunkten ($p = 0,28$) waren keine Unterschiede belegbar.

Jedoch konnte bei Betrachtung der Wechselwirkung des Faktors Gruppe mit dem Faktor Zeit eine statistische Signifikanz nachgewiesen werden ($p = 0,0057$), da die zeitlichen Verläufe in den Gruppen sich nicht deckten, sondern die zeitbedingte Veränderung in der Anzahl von der Gruppe abhing. Ein wellenförmiger Verlauf war feststellbar, wobei in Gruppe 1 an den Tagen 11/ 10 und 5/ 4 mehr Akzelerationen als an den übrigen Tagen gezählt wurden. In Gruppe zwei hingegen konnten an Tag 9/ 8, 5/ 4 und 1/ 0 ante partum mehr Akzelerationen als an den Tagen 11/ 10 und 7/ 6 registriert werden.

Zusätzlich konnte auch eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Messzeitpunkt“ festgestellt werden ($p = 0,0071$). In der Gruppe der unauffälligen Stuten konnten tendentiell morgens weniger Akzelerationen als nachmittags registriert werden, wohingegen in der zweiten Gruppe öfters nachmittags weniger Akzelerationen als morgens auftraten. Weitere Wechselwirkungen ließen sich nicht errechnen.

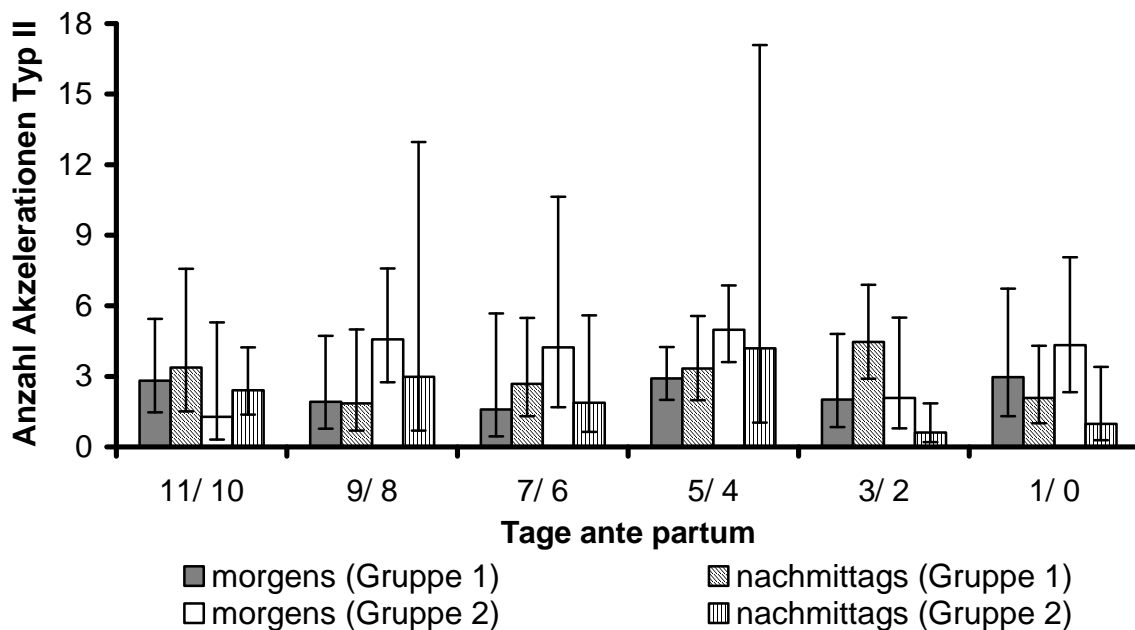


Abbildung 46: Anzahl an Akzelerationen Typ II (Minstdauer 1 Minute) in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der geometrische Mittelwert und der Streufaktor.

4.4.3.2.5.2 Kategorisierung

Die durchgeführte Kategorisierung ergab, dass am häufigsten zwischen zwei und fünf Akzelerationen mit einer Mindestdauer von 1 Minute zu beobachten waren.

Insgesamt kristallisierte sich im Zeitraum Tag 15 a. p. bis Tag 0 a. p. eine in allen Gruppen gleichermaßen vorliegende Verteilung mit deutlichem Schwerpunkt auf einer Anzahl von zwei bis fünf Akzelerationen in 40 Minuten heraus.

Zwischen zwei und fünf Akzelerationen mit einer Mindestdauer von einer Minute traten bei Betrachtung aller trächtigen Stuten in 110 (54 %) von 204 fetalen Elektrokardiogrammen. In der Gruppe der unauffälligen Probanden konnten 72 Elektrokardiogramme, was einem Anteil von 60 % entspricht, in diese Kategorie eingeteilt werden und damit öfter als bei den Risikoträchtigkeiten (38/ 45 %).

Am zweithäufigsten lag eine Anzahl von sechs bis zehn Akzelerationen vor, und zwar bei 44 Aufzeichnungen (22 %) aller Feten, bei 22 fetalen EKGs der unauffälligen Tiere und mit 29 % (24 Fälle) zu einem höheren Anteil bei Vorliegen einer Risikoträchtigkeit.

Insgesamt 24mal konnten keine über mindestens eine Minute andauernden Akzelerationen verzeichnet werden. Bei Unterscheidung in die beiden Gruppen konnte ein Unterschied festgestellt werden, da die Feten unauffälliger Stuten nur in sieben Aufzeichnungen (6 %) keine derartigen Herzfrequenzbeschleunigungen aufwiesen, im Gegensatz dazu dies jedoch bei den anderen Tieren 17 mal (20 %) eintrat.

Nur eine Akzeleration in 40 Minuten wurde 21 mal (18 %) bei den Feten unauffälliger Tiere gezählt und somit häufiger als in der Gruppe der Risikoträchtigkeiten (4/ 5 %). Insgesamt betrug der Anteil 12 % (25 Fälle) bezogen auf alle Feten. Mehr als zehn Akzelerationen wurden nur einmal in der Gruppe der aufgrund von Komplikationen vorgestellten Tiere bemerkt (Tabelle 52, Abbildung 47).

Tabelle 52: Häufigkeitsverteilung der Kategorien der Anzahl an Akzelerationen Typ II (Minstdauer 1 Minute) aller Stuten der Verlaufsuntersuchung (gesamt), der Feten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) (ges. = gesamt, fEKGs = fetale Elektrokardiogramme)

Tage a. p.	Grup- pe	Kategorisierung Anzahl Akzelerationen Typ II					Anzahl fEKGs
		0 (0)	1 (1)	2 (2 -5)	3 (> 5-10)	4 (> 10-15)	
Ges.	Ges.	24 (12 %)	25 (12 %)	110 (54 %)	44 (22 %)	1 (0 %)	204
(15 – 0)	1	7 (6 %)	21 (18 %)	72 (60 %)	20 (17 %)	-	120
	2	17 (20 %)	4 (5 %)	38 (45 %)	24 (29 %)	1 (1 %)	84

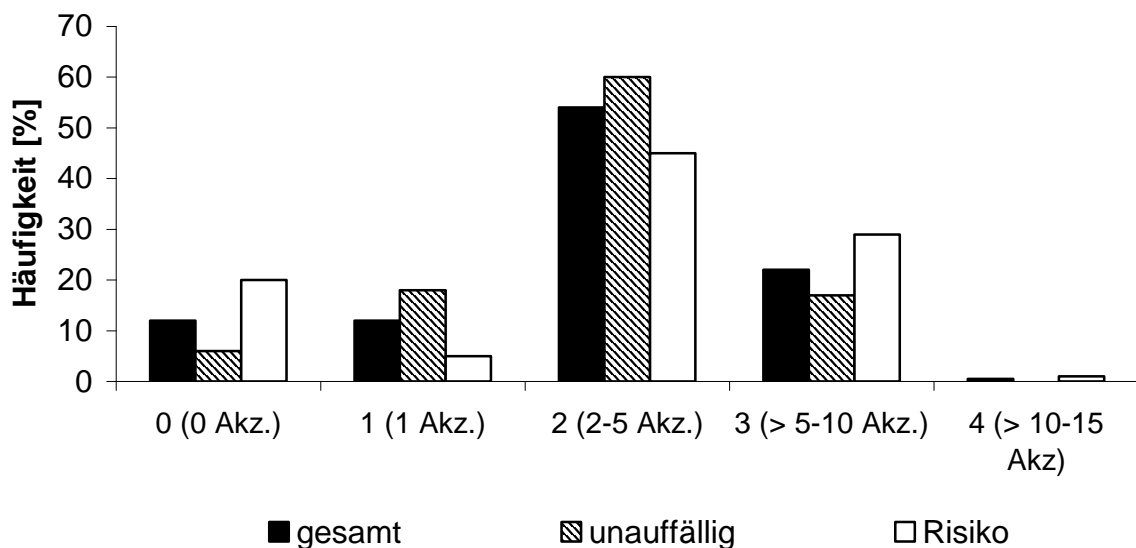


Abbildung 47: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ II bei den Messungen aller Feten der Verlaufsuntersuchung (gesamt), der Gruppe 1 (unauffällig) und 2 (Risiko) im Zeitraum Tag 15 bis 0 ante partum

Bei einer Betrachtung der einzelnen Messintervalle im Verlauf findet sich eine vergleichbare Aufteilung der Akzelerationsanzahl in der Kategorisierung mit einer ebenfalls deutliche Verteilung zugunsten der Kategorie zwei mit zwei bis fünf Akzelerationen im Gesamtkollektiv (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 84 und 85, Abbildung 48).

Der Anteil der Kategorie drei mit einer Anzahl von sechs bis zehn Akzelerationen in 40 Minuten schwankte zwischen sieben und 38 %. Keine oder nur eine Akzeleration wurden in sechs bis 27 % der EKGs gezählt.

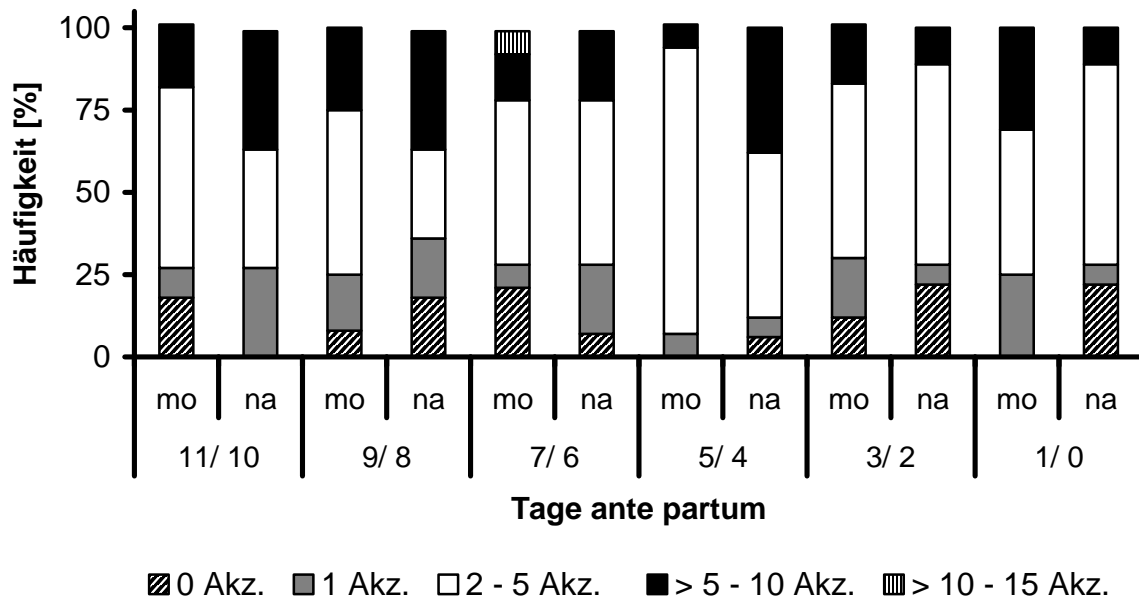


Abbildung 48: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen (Akz.) Typ II (Minstdauer 1 Minute) bei den Messungen aller Feten der Verlaufsuntersuchung von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens (mo) und nachmittags (na).

In den beiden Gruppen präsentierte sich eine ähnliche Verteilung, meist traten am häufigsten in den Gruppe zwischen zwei und fünf Akzelerationen in 40 Minuten auf (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 84 und 85, Anhang 8.2.2.2 Abbildung 53 und 54).

Unterschiede zwischen den Gruppen ließen sich nicht nachweisen ($p = 0,95$). Ein zeitlicher Einfluss war ebenso wenig belegbar ($p = 0,24$), wie messzeitpunktbedingte Unterschiede ($p = 0,67$). Eine schwach signifikante Wechselwirkung bestand zwischen den Faktoren Gruppe und Zeit ($p = 0,012$) und Gruppe und Messzeitpunkt ($p = 0,036$). Andere Wechselwirkungen waren statistisch nicht signifikant.

4.4.3.2.6 Dauer der längsten Akzeleration

Die Dauer der längsten Akzeleration innerhalb einer Aufzeichnung bewegten sich im geometrischen Mittel morgens zwischen 2,47 (SF: 2,55) und 4,29 (SF: 2,46) Minuten, nachmittags zwischen 1,84 (SF: 2,68) und 4,28 (SF: 2,59) Minuten wobei sich die Angaben auf das Gesamtkollektiv und den Zeitraum der letzten 15 Tag vor der Geburt beziehen (Anhang 8.2.2.2 Tabelle 86, Abbildung 49).

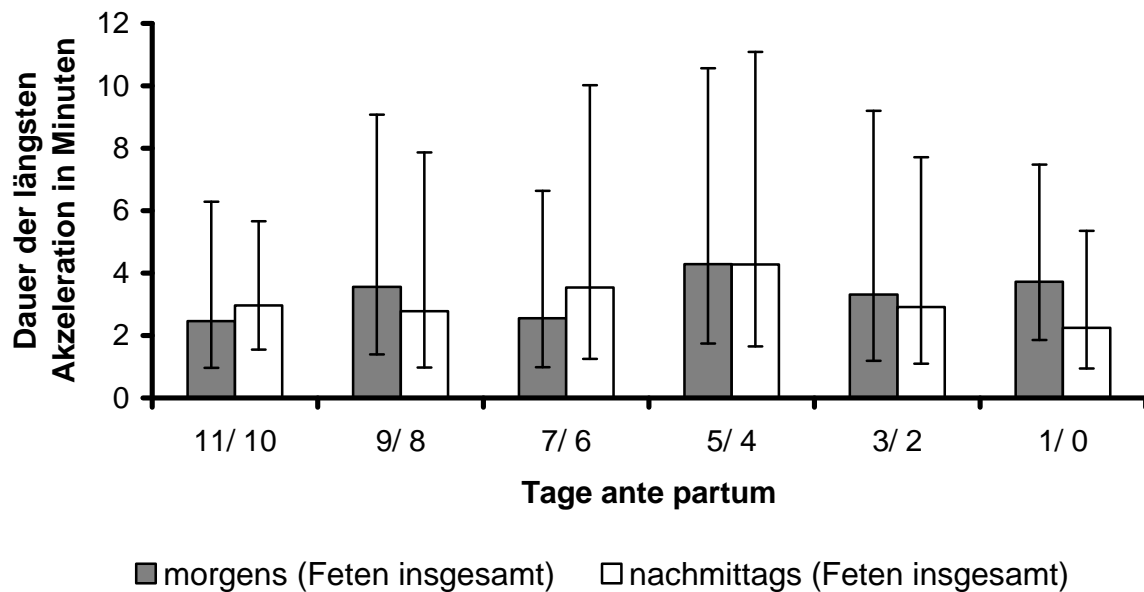


Abbildung 49: Dauer der längsten Akzeleration in Minuten bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der geometrische Mittelwert und der Streufaktor.

In Gruppe 1 dauerten die längsten Akzelerationen morgens von 1,89 (SF: 1,98) bis 4,83 (SF: 4,24) Minuten, bei der zweiten Messung des Tages wurde eine etwas längere Dauer mit Werten zwischen 1,93 (SF: 1,74) und 5,80 (SF: 3,48) Minuten festgestellt.

Bei den Feten von Stuten mit gestörtem Trächtigkeitsverlauf schwankten die geometrischen Mittelwerte der Dauer morgens bzw. nachmittags zwischen 2,17 (SF: 1,95) und 5,46 (SF: 2,32) Minuten bzw. 1,17 (SF: 1,57) und 3,74 (SF: 3,01). Somit wies die längste Akzeleration bei der zweiten Messung des Tages eine kürzere Dauer auf (Anhang 8.2.3 Tabelle b, Abbildung 50).

Ein statistisch signifikanter zeitlicher Einfluss auf die Dauer der längsten Akzeleration konnte nicht nachgewiesen werden ($p = 0,15$), ebenso wenig wie eine Beeinflussung durch die Gruppenzugehörigkeit ($p = 0,45$).

Die erkennbaren tageszeitabhängigen Unterschiede waren nicht von statistischer Signifikanz ($p = 0,51$). Wechselwirkungen traten nicht auf.

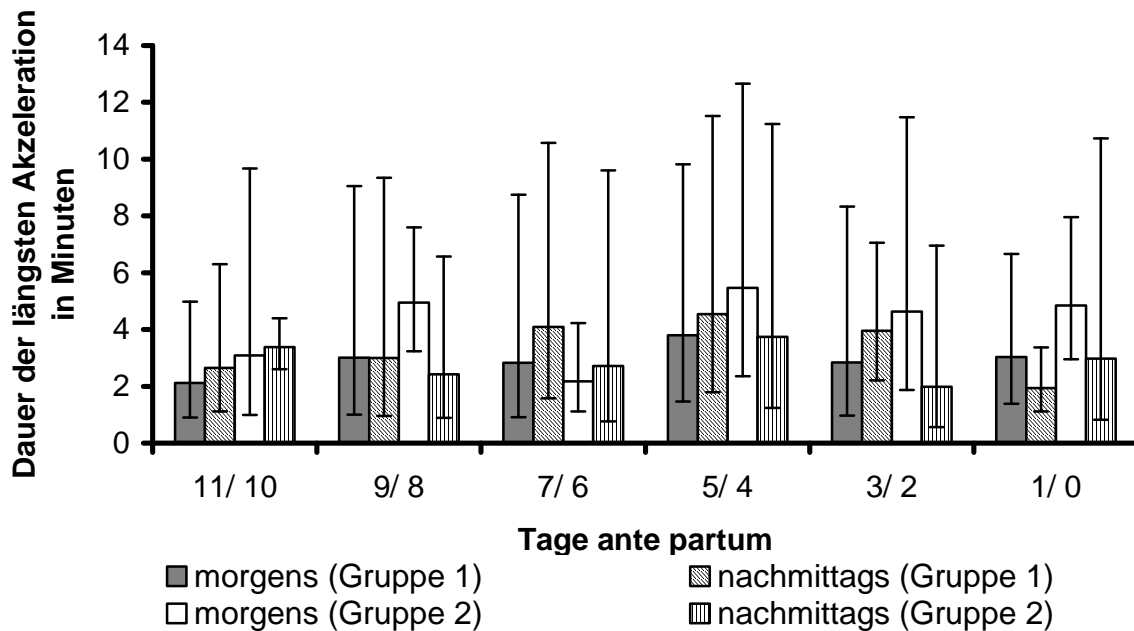


Abbildung 50: Dauer der längsten Akzeleration in Minuten in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. Angegeben sind der geometrische Mittelwert und der Streufaktor.

4.4.3.2.7 Dezelerationen

Fetale Dezelerationen konnten zu keinem Zeitpunkt in beiden Gruppen detektiert werden.

4.4.3.2.8 Rhythmusstörungen

Außer den oben erwähnten Akzelerationen konnten bei den Feten keine pathologischen Rhythmusstörungen beobachtet werden, zumal im fetalen EKG aufgrund technischer Voraussetzungen Rhythmusabweichungen nicht beurteilbar waren.

4.4.3.3 Fetale Herzfrequenzparameter der Einzeluntersuchung

Die fetalen Einzelwerte der untersuchten neun Stuten sind in Anhang 8.2.3, Tabelle 88 aufgeführt.

Aufzeichnungsdauer

Bei den vier mit ungestörter Trächtigkeit vorgestellten Stuten betrug die Aufzeichnungsdauer ebenfalls jeweils 40 Minuten.

Die fetalen Elektrokardiogramme der Stuten aus Gruppe 3.2 wiesen im Schnitt eine Dauer von $12,75 \pm 6,69$ Minuten auf und waren somit sehr uneinheitlich. Sie kürzeste Aufnahme war 6,2, die längste 20 Minuten.

Von der kolikenden Stute in der Geburt konnte ein 24,2 minütiges fetales EKG aufgezeichnet werden.

Basale Herzfrequenz

In Gruppe 3.1 ohne Auffälligkeiten konnte bei allen vier Stuten die basale fetale Herzfrequenz mit einem mittleren Wert in Höhe von $80,0 \pm 13,2$ Schlägen/ min ermittelt werden, wohingegen in Gruppe 3.2 bei einem Fetus dieser Parameter aufgrund eines fehlenden konstanten Abschnittes nicht festgelegt werden konnte und somit auch die Benennung von Ak- und Dezelerationen nicht erfolgen konnte. Im Mittel lag der Wert dieser Gruppe höher und zwar bei $97,0 \pm 5,6$ Schlägen/ min. Bei der Stute in Geburt betrug die fetale basale Herzfrequenz 109 Schlägen/ min.

Minimum der fetalen Herzfrequenz

In Gruppe 3.1 lag das Minimum der fetalen Herzfrequenz bei $74,0 \pm 14,1$ Schlägen/ min und bei den Feten von Stuten mit Koliksymptomatik bei $80,8 \pm 13,1$ Schlägen/ min.

Der Fetus der sich in der Geburt befindlichen Stute besaß als Minimum einen Wert von 97 Schlägen/ min.

Maximum der fetalen Herzfrequenz

Das Maximum der Feten der trächtigen Stuten ohne Auffälligkeiten lag bei $141,0 \pm 28,9$ Schlägen/ min und in Gruppe 3.2 bei $114,5 \pm 16,4$ Schlägen/ min. Der Fetus in Geburt wies als höchsten Wert 168 Schläge/ min auf.

Akzelerationen Typ I

Bei den Feten aus Gruppe 3.1, welche einen komplikationslosen Trächtigkeitsverlauf aufwiesen, wurden innerhalb der 40 minütigen Aufzeichnungen im Schnitt $5,3 \pm 2,9$ Akzelerationen vom Typ I gezählt.

In Gruppe 3.2 traten bei zwei Aufnahmen mit einer Dauer von acht und 20 Minuten keine Akzelerationen auf, im Rahmen des sechsminütigen EKGs war eine Herzfrequenzbeschleunigung vorhanden.

Die fetale elektrokardiographische Aufzeichnung der Stute in der Geburt wies in 24,2 Minuten zwei Akzelerationen vom Typ I auf.

Amplitude der Akzelerationen vom Typ I

In Gruppe 3.1 betrug die durchschnittliche Akzelerationsamplitude $43,0 \pm 14,9$ Schläge/ min. Bei den Feten aus Stuten mit Kolihsymptomatik konnte wie bereits erwähnt nur in einer Aufzeichnung eine Akzeleration mit einer Amplitude von 29 Schlägen/ min festgestellt werden. Die beim Fetus der Stute in der Geburt festgestellten Akzelerationen wiesen eine mittlere Amplitude von 42 Schlägen/ min auf (Anhang 8.2.3 Tabelle k).

Akzelerationen vom Typ II

In der Gruppe 3.2 traten keine Akzelerationen mit einer Mindestdauer von 1 Minute auf. Bei den Feten ohne Komplikationen betrug die mittlere Anzahl an Akzelerationen Typ II in 40 Minuten $3,3 \pm 1,0$. Der Fetus der Stute in der Geburt wies zwei derartige Herzfrequenzbeschleunigungen in 24,2 Minuten auf.

Dauer der längsten Akzeleration

Bei den Feten der Gruppe 3.1 dauerten die längsten Akzelerationen in 40 Minuten im Mittel $3,85 \pm 2,62$ Minuten an. Die einzige in Gruppe 3.2 nachgewiesene Akzeleration dauerte 0,6 Minuten an und die des Fetus in der Geburt eine Minute.

Dezelerationen

Bei keinem Fetus der unterschiedlichen Gruppen ließen sich Dezelerationen nachweisen.

Rhythmusstörungen

Rhythmusstörungen waren technisch bedingt nicht korrekt beurteilbar.

4.4.4 EKG-Parameter ingravider Stuten

Herzfrequenz

Die mittlere Herzfrequenz aller Stuten lag bei $37 \pm 3,34$ Schlägen/min über einen Zeitraum von 40 Minuten. Die niedrigste gemessene Herzfrequenz dargestellt als größtes RR-Intervall betrug 19/ min das kürzeste RR-Intervall lag bei 99 /min.

Rhythmus

Bei zehn der 15 Stuten (67 %) konnten AV-Blöcke 2. Grades in individuell unterschiedlicher Ausprägung detektiert werden. Es handelte sich um Blöcke vom Typ Mobitz I (Wenckebach Periodik). Als weitere Herzrhythmusveränderung konnte bei 5 Stuten bei je einer Messung (3 % von insgesamt 150 Messungen) eine einzeln auftretende Extrasystole festgestellt werden.

4.5 Korrelation zwischen Parametern des fetalen Elektrokardiogramms und der Vitalität des Neonaten

Bei der Betrachtung des Zusammenhangs der Parameter basale Herzfrequenz, Anzahl der Akzelerationen Typ I mit einer Mindestdauer von 30 Sekunden und deren Amplitude der Tage 8/ 7 und 1/ 0 ante partum mit den Ergebnissen des Giessener Vorsorgeschemas I und II wurde keine Gruppenzugehörigkeit berücksichtigt.

Eine statistische Analyse konnte aufgrund der zu geringen Fallzahlen in der Kategorie „gefährdet“ und „hochgradig gefährdet“ im Giessener Vorsorgeschema I und II nicht erfolgen, so dass nur eine einfache Datenbeschreibung erfolgte.

Die anhand der Giessener Vorsorgeschemas I als vital eingestuften Neonaten wiesen an Tag 8/ 7 bzw. an Tag 1/ 0 ante partum eine basale Herzfrequenz von $67,0 \pm 4,7$ bzw. $72,9 \pm 8,1$ Schlägen/ min auf und im geometrischen Mittel 6,2 (SF: 1,7) bzw. 5,4 (SF: 1,8) Akzelerationen Typ I mit einer Amplitude von $32,7 \pm 12,3$ bzw. $37,3 \pm 9,9$ Schlägen/ min (Tabelle 53).

Tabelle 53: Fetale Parameter an den Tagen 8/ 7 und 1/ 0 ante partum in Beziehung gesetzt zum Ergebnis des Giessener Vorsorgeschema I. Angegeben sind die arithmetischen Mittelwerte und die Standardabweichung bzw. der geometrische Mittelwert und der Streufaktor (SF). (hgr. = hochgradig)

	Parameter	Beurteilung nach dem Giessener Vorsorgeschema I		
		Vital	gefährdet	Hgr. gefährdet
Tag 8/ 7 ante partum	Basale fetale HF (Schläge/ min)	67,0 ± 4,7	64,0	-
	Anzahl Akzelerationen Typ I	6,2 (SF: 1,7)	4,5	-
	Amplitude Akzelerationen Typ I (Schläge/ min)	32,7 ± 12,3	18	-
	Tierzahl	14	1	0
Tag 1/ 0 ante partum	Basale fetale HF (Schläge/ min)	72,9 ± 8,1	70	66
	Anzahl Akzelerationen Typ I	5,4 (SF: 1,8)	12,0	12,0
	Amplitude Akzelerationen Typ I (Schläge/ min)	37,3 ± 9,9	24	38
	Tierzahl	18	1	1

Bei Beurteilung der Neonaten zu einem späteren postnatalen Zeitpunkt mit Einteilung in das Giessener Vorsorgeschema II erbrachte bei den als vital eingestuften Neonaten für das Messintervall Tag 8/ 7 ante partum eine basale Herzfrequenz von $66,8 \pm 4,5$ Schlägen/ min, 5,6 (SF: 1,7) Akzelerationen Typ I mit einer mittleren Amplitude von $32,8 \pm 13,5$ Schlägen/ min. Für den Tag 1/ 0 ante partum ergaben sich einer basale Herzfrequenz von $71,4 \pm 5,2$ Schlägen/ min mit 5,9 (SF: 1,8) Akzelerationen Typ I und einer Akzelerationsamplitude von $36,2 \pm 10,9$ Schlägen/ min (Tabelle 54).

Tabelle 54: Fetale Parameter an den Tagen 8/ 7 und 1/ 0 ante partum in Beziehung gesetzt zum Ergebnis des Giessener Vorsorgeschema II. Angegeben sind die arithmetischen Mittelwerte und die Standardabweichung bzw. der geometrische Mittelwert und der Streufaktor (SF). (hgr. = hochgradig)

	Parameter	Beurteilung nach dem Giessener Vorsorgeschema II		
		Normale Entwicklung	gefährdet	Hgr. gefährdet
Tag 8/ 7 ante partum	Basale fetale HF (Schläge/ min)	66,8 ± 4,5	67,0 ± 5,9	0
	Anzahl Akzelerationen Typ I	5,6 (SF: 1,7)	8,2 (SF: 1,5)	-
	Amplitude Akzelerationen Typ I (Schläge/ min)	32,8 ± 13,5	27,2 ± 6,4	-
	Tierzahl	12	3	0
Tag 1/ 0 ante partum	Basale fetale HF (Schläge/ min)	71,4 ± 5,2	77,8 ± 14,3	66
	Anzahl Akzelerationen Typ I	5,9 (SF: 1,8)	4,6 (1,7)	12,0
	Amplitude Akzelerationen Typ I (Schläge/ min)	36,2 ± 10,9	38,1 ± 7,0	38
	Tierzahl	15	4	1

4.6 Vergleich der Parameter der rohen und korrigierten fetalen Elektrokardiogramme

Beim Vergleich der an den rohen fetalen Elektrokardiogrammen erhobenen Parametern mit den Parametern, welche nach der Optimierung der EKGs durch nachträgliches Markieren von nicht detektierten, jedoch vorhandenen fetalen R-Zacken bzw. Entfernen von falschen Markierungen bestimmt wurden, konnten keine statistischen Unterschiede festgestellt werden. Die Gruppenzugehörigkeit und der Messzeitpunkt wurden nicht berücksichtigt

Es lagen keine Hinweise auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den erhobenen Parameter vor und nach Korrektur der fetalen Elektrokardiogramme vor (Tabelle 55).

Tabelle 55: Vergleich der Parameter roher und korrigierter fetaler Elektrokardiogramme unter Angabe der p-Werte. Es lagen keine statistischen Signifikanzen vor (Wald-Test, Varianzanalyse)

Parameter	p- Wert
basale Herzfrequenz	0,71
Minimum der fetalen Herzfrequenz	0,56
Maximum der fetalen Herzfrequenz	0,32
Anzahl der Akzelerationen Typ I	0,076
Amplitude der Akzelerationen Typ I	0,47
Anzahl der Akzelerationen Typ II	0,55

4.7 Korrelation zwischen der fetalen und maternalen Herzfrequenz

Es konnte zu keinem Zeitpunkt eine signifikante Korrelation zwischen der basalen Herzfrequenz und der entsprechenden mittleren maternalen Herzfrequenz innerhalb eines angefertigten fetalen Elektrokardiogrammes festgestellt werden ($p > 0,05$). Die Korrelationskoeffizienten r bewegten sich zwischen -0,19 und 0,44 und deuten so nur eine schwache Korrelation mit weiter Streuung an.

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Fragestellung

Schon seit mehreren Jahren stellt in der Humanmedizin die Beurteilung des fetalen Gesundheitszustandes und Wohlbefindens einen zentralen Punkt in der Routinediagnostik während der Schwangerschaft dar.

In der equinen Reproduktionsmedizin hat erst seit kurzer Zeit das Monitoring von Stuten in der Hochträchtigkeit an Bedeutung gewonnen, vor allem vor dem Hintergrund von Komplikationen in der Gravidität (TROEDSSON, 2007). Die Möglichkeiten einer fetalen Überwachung sind jedoch sehr eingeschränkt und bis zum jetzigen Zeitpunkt konnte sich keine Methode unter Praxisbedingungen etablieren.

Als objektiver Beweis zur Beurteilung der Vitalität gilt auch beim equinen Fetus die fetale Herzfrequenz, welche sich ebenfalls zur Einschätzung des fetalen Gesundheitszustandes eignet (MATSUI et al., 1985; SCHOTT, 1993; CURRAN und GINTHER, 1995, BUCCA et al., 2007).

Ziel der Studie war es, ein portables, telemetrisch arbeitendes EKG-Gerät zur Überwachung von Stuten in der Hochträchtigkeit auf dessen Eignung zu überprüfen und Daten zu EKG- und Herzfrequenz-Parametern für den unmittelbar peripartalen Zeitraum an Stuten und Feten zu erheben.

5.2 Diskussion der Methode

Die Beurteilung der Gravidität als Risikoträchtigkeit erfolgte in Übereinstimmung mit verschiedenen Autoren. In der Literatur gelten eine Vielzahl von verschiedenen Komplikationen und Erkrankungen der Stute während der Trächtigkeit, wie zum Beispiel Kolik ante partum, Allgemeininfektion mit Fieber und abdominalchirurgische Eingriffe unter Allgemeinanästhesie als Auslöser für eine Einstufung als risikoträchtig (SCHOTT, 1993; VAALA und SERTICH, 1994; ESTILL, 2006; PALMER, 2007; TROEDSSON, 2007).

Post natum wurden die neugeborenen Fohlen einer Vitalitätsbeurteilung nach BOSTEDT et al. (1997) unterzogen, um zum einen zu ermitteln, inwiefern sich eine Risikoträchtigkeit auf Vitalität und Entwicklung des Neonaten auswirkt und zum

anderen um eine Korrelation dieser Ergebnisse mit den antepartal erhobenen elektrokardiographischen Werten zu prüfen.

Als Untersuchungsschema wurden zweimal täglich morgens und nachmittags im Abstand von zwei Tagen elektrokardiographische Aufzeichnungen vorgenommen, um eventuelle tageszeitabhängige Variationen der Herzfrequenzen zu erfassen und die Akzeptanz des Gerätes, der Elektroden und des Gurtes über einen längeren Zeitraum zu untersuchen. Die ingraviden Tiere wurden an insgesamt fünf Messtagen ebenfalls im zweitägigen Abstand morgens und nachmittags untersucht um vergleichbare Bedingungen wie bei den trächtigen Tieren zu schaffen.

Aufgrund der variablen Trächtigkeitsdauer der Stuten wurde, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, ausgehend vom Zeitpunkt der Geburt die Messtage in Tagen ante partum angegeben. Der Tag der Geburt wurde wie auch bei BREUKELMAN et al. (2006) und EGAN et al. (2006) als Tag 0 angesehen

Da die Tiere individuell unterschiedlich vor der Geburt in der Klinik vorgestellt wurden und somit mit einer unterschiedlichen Anzahl von Messtagen in die Untersuchung gingen, wurden für die Auswertung der Herzfrequenzparameter der Verlaufsuntersuchung die Daten erst ab dem 15. Tag ante partum miteinbezogen, obwohl einige Stuten einem längeren Messzeitraum unterlagen. Vor dem 15. Tag ante partum war die Anzahl der Tiere zu gering, um statistisch auswertbare Aussagen treffen zu können. Auch EGAN et al. (2006) betrachteten in ihren Untersuchungen über physiologische Veränderungen verschiedener Parameter bei der trächtigen Stute den Zeitraum der letzten 15 Tage vor der Geburt. Als Untersuchungsprotokoll wurden auch Messungen im Zwei-Tages-Abstand gewählt.

Während der Verlaufsuntersuchungen wurden von den trächtigen Tieren abwechselnd bis zur Geburt jeden zweiten Tag fetale und maternale Elektrokardiogramme angefertigt, um die Elektrodenplatzierung für die Anfertigung von Standardelektrokardiogrammen zu testen. Nach der Geburt wurde zweimal täglich bis maximal 48 Stunden p. p. elektrokardiographisch untersucht, um den Einfluss der unmittelbaren postpartalen Phase auf Herzfrequenz- und Rhythmusparameter der Stuten zu evaluieren.

Für die Anfertigung der Elektrokardiogramme wurden die mit dem Gerät gelieferten selbstklebenden Einmalelektroden ohne Scheren oder Rasieren des Felles verwendet.

Zur Messung befanden sich die Probanden in der Box, in die sie für den Aufenthalt in der Klinik eingestallt worden waren und besaßen die Möglichkeit zur freien Bewegung, sowie zur Futter- und Wasseraufnahme. Durch den Verzicht auf eine Fixation der Tiere wurde zum einen der personelle Aufwand reduziert, Langzeitaufnahmen ermöglicht und die Messung während eines arttypischen Verhaltens der Tiere durchgeführt. Zum anderen sollte eine Beeinflussung der Herzfrequenz durch fixationsbedingten Stress vermieden werden. RAEKALLIO (1992) vertrat im Rahmen elektrokardiographischer Untersuchungen mit Holter-Geräten bei Pferden ebenfalls die Meinung, dass eine Messung der Herzfrequenz durch Auskultation oder Standard-EKG-Geräte eine sympathische Stimulation mit Beeinflussung von Frequenz- und Rhythmusparametern verursacht.

5.2.1 Fetale Elektrokardiographie

Die Methodik der fetalen Elektrokardiographie wurde bereits von NÖRR (1921) an trächtigen Stuten erprobt. Bis einschließlich 1985 wurde diese Untersuchungsmethode von verschiedenen Autoren verwendet (GLAZIER und NICHOLSON, 1959; LARKS et al., 1960; TOO et al., 1967a; KANAGAWA et al., 1967; HOLMES und DARKE, 1968; PARKES und COLLES, 1977; COLLES et al., 1978; BUSS et al., 1980; MATSUI, 1985; MATSUI et al., 1984, 1985), jedoch konnte sie sich aufgrund verschiedener technischer und interpretativer Einschränkungen nicht unter Praxisbedingungen etablieren. Die erhaltene elektrokardiographische Kurve beinhaltete neben den maternalen Komplexen auch fetale EKG-Anteile, welche durch den Betrachter herauszulesen waren. Diese Art der Auswertung und Interpretation gestaltete sich aufgrund der sehr kleinen Amplitude der fetalen Zacken im maternalen EKG oft schwierig. Desweiteren war auch die mögliche Überlagerung und Verdeckung der fetalen durch die maternalen Komplexe als problematisch anzusehen (NÖRR, 1921; HOLMES und DARKE, 1968). Da die Herzfrequenz nur über Auszählung festgestellt werden konnte, resultierte daraus gegebenenfalls daraus eine falsche Interpretation und Herzfrequenzermittlung (ADAMS-BRENDEMUEHL, 1990).

Zusätzlich stellten die umständliche und zum Teil nicht praxistaugliche Art der Elektrodenbefestigung (Klemmen, manuelles Andrücken der Elektroden), sowie nicht praktikables und für Langzeitaufnahmen ungeeignetes Elektrodenmaterial eine

Einschränkung dar (LARKS et al., 1960; TOO et al., 1965, 1967a; KANAGAWA, 1967; HOLMES und DARKE, 1968; PARKES und COLLES, 1977; COLLES et al., 1978; BUSS et al., 1980).

Zur Anfertigung eines fetalen Elektrokardiogramms wurden die Elektroden wie im Handbuch zum Televet 100 Gerät (KRUUSE, Marslev, Dänemark) empfohlen platziert, wobei die Platzierung der beiden abdominalen Elektroden als modifizierte dorsoventrale Ableitung anzusehen war. Diese dorsoventrale Platzierung der abdominalen Elektroden für das maternale EKG mit den integrierten fetalen Anteilen hat sich bereits bewährt (LARKS et al., 1960; HOLMES und DARKE, 1968; PARKES und COLLES, 1977; COLLES et al., 1978; MATSUI, 1984; MATSUI et al., 1985).

Da sich über die Standardplatzierung nicht immer ein optimales fetales Signal darstellen ließ, wurden Umplatzierungen der ventralen roten Elektrode vorgenommen, um einen möglichst deutlichen fetalen Ausschlag zu erzielen. Sowohl Hersteller als auch einige Autoren erwähnten, dass die Platzierung der beiden abdominalen Elektroden von der Position des Fetus abhängig war und aufgrund von Variation der fetalen Position die optimale Platzierung für jedes Tier individuell und empirisch ermittelt werden musste (HOLMES und DARKE, 1968; BUSS et al., 1980). Als Zeitrahmen jeder Untersuchung wurden 40 Minuten festgesetzt. Kürzere Aufzeichnungsdauern eignen sich zwar für eine Bestätigung der Vitalität, jedoch nicht um exakte, aussagekräftige Parameter auch im Bezug auf spezifische Reaktionsmuster zu erheben (BREUKELMAN et al., 2006). Bedingt durch das variable Auftreten von fetalen Wach- und Schlaf-Rhythmen im Verlauf des Tages (FRASER et al., 1975, ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987) steigt bei zu kurzer Aufzeichnungszeit die Wahrscheinlichkeit, ausschließlich eine Schlaf- oder Aktivitätsphase aufzuzeichnen. Dies wiederum würde zu einer falschen Beurteilung des Fetus führen (BREUKELMAN et al., 2006). Im Rahmen der fetalen Elektrokardiographie können keine direkten Hinweise auf das Vorliegen von Aktivitäts- oder Schlafphasen erfasst werden, so dass ein einzelner Wert und eine zu kurze Aufzeichnungsdauer für die Herzfrequenz keine aussagekräftige Information liefern kann. MATSUI et al. (1985) führten in Ahnlehnung an FRASER et al. (1975) elektrokardiographische Aufzeichnung von 20minütiger Dauer durch, um durch aktivitätsbedingte Veränderungen in der Herzfrequenz einen indirekten Beweis für fetale Bewegungen zu erhalten. REEF et al. (1996) empfahlen zur

Herzfrequenzerfassung eine Mindestdauer von 30 Minuten. Um nach Möglichkeit die Herzfrequenz sowohl in potentiellen Schlaf-, als auch Wachphasen zu erfassen und da von FRASER et al. (1975) das gelegentliche Auftreten von bis zu 30 - 60minütigen Inaktivitätsphasen ab dem 10. Trächtigkeitsmonat beschrieben wurde, wurde eine Untersuchungsdauer von 40 Minuten gewählt.

Problematisch gestaltete sich anfangs die Frage nach der Auswertung der fetalen Elektrokardiogramme, da hierfür in der Literatur kaum Informationen zu finden waren. COLLES et al. (1978) und MATSUI et al. (1985) nutzten die Darstellung der ausgezählten Herzfrequenzen in ihrem zeitlichen Verlauf. Auch in der eigenen Untersuchung konnte mittels einer Zusatzfunktion der Televet 100 Software durch eine automatische Herzfrequenzkalkulation die Herzrate graphisch in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt werden.

Eine spezielle an das Pferd angepasste Software, für das fetale EKG anwendbare Software zur Analyse der gewünschten fetalen Parameter ist nicht auf dem Markt, so dass weiterführend nur die visuelle bzw. manuelle Auswertung jedes EKGs möglich war.

Für das Vorgehen bei der Analyse wurde die von MATSUI et al. (1985) erstellte Arbeit als Orientierungshilfe herangezogen, da die fetalen Herzraten dort ebenfalls mittels Elektrokardiographie erhoben wurden und exakte Definitionen für zentrale, zu erfassende Parameter vorlagen. Zusätzlich erwies sich auch eine Arbeit aus der Humanmedizin, welche sich mit der Thematik der visuellen semiquantitativen Auswertung des humanen Kardiotokogramms (TODROS et al., 1996) beschäftigte, als hilfreich. Als Hauptbestandteil der routinemäßig durchgeführten kardiotokographischen Aufzeichnung in der Humanmedizin gilt nämlich der fetale Herzfrequenzverlauf.

Die Erhebung der Prozentfehlerzeit, wie sie von BREUER et al. (1976) im Rahmen der Auswertung des humanen fetalen Elektrokardiogramms ermittelt wurde, erfolgte, um zu erfassen, wie viel der aufgezeichneten Zeit für die Auswertung nutzbar war. Auch BREUKELMAN et al. (2006) bestimmten den Anteil des Signalverlustes bei Herzfrequenzaufzeichnungen am bovinen Fetus.

Als zentraler Punkt bei der Auswertung galt die basale Herzfrequenz, da sie die Grundlage für die Bestimmung von Akzelerationen und Dezelerationen darstellte, jedoch definierten nur MATSUI et al. (1985) jene für den equinen Fetus. Ihre

Forderung nach einem mindestens fünfminütigen stabilen Segment im Herzfrequenzverlauf ließ sich bei den angefertigten Kurven aufgrund fehlender, entsprechend langer konstanter Phasen nicht realisieren. Im Bereich der humanmedizinischen, visuellen Kardiotokogrammbeurteilung gilt ebenfalls die Bestimmung der basalen Herzfrequenz als vieldiskutiertes Problem (AYRES-DE-CAMPOS et al., 2004). Eine sinnvolle Lösung bot daher die Definition in der Arbeit letztgenannter Autoren, so dass in Anlehnung daran als basale Herzfrequenz der mittlere Wert der Herzfrequenz des niedrigsten, stabilen, horizontalen, mindestens zwei Minuten anhaltenden Segmentes darstellt.

Desweiteren wurde die Anzahl an Akzelerationen nach der Definition, wie sie auch MATSUI et al. (1985) bei ihren elektrokardiographischen Untersuchungen an trächtigen Stuten verwendete, bestimmt. Auch andere Autoren bestimmten diesen Parameter, jedoch lagen keine genauen Definitionen zur Orientierung vor (ADAMS-BRENDEMUEHL, 1990; VAALA und SERTICH, 1994). Neben der Anzahl an Akzelerationen mit einem mindestens 30 Sekunden dauernden Anstieg um mindestens zehn Prozent der basalen Herzfrequenz wurde auch die Anzahl an Akzelerationen mit einer Mindestdauer von 1 Minute erhoben. Ziel dabei war, möglichst viele Informationen über das Phänomen der Akzelerationen zu erhalten.

In Arbeiten über den bovinen Fetus (JONKER et al., 1994; BREUKELMAN et al., 2006) wurde die in der Humanmedizin gängige Definition der Akzeleration als Anstiege der Herzfrequenz um mindestens 15 Schläge/ min mit einer Mindestdauer von 15 Sekunden (ROOTH et al., 1987) verwendet. Die basale Herzfrequenz von Rinder- und Humanfeten liegt in ähnlichen Bereichen, wie auch im Kapitel „Literaturübersicht“ ersichtlich ist, so dass die Definition für den bovinen Fetus geeignet erscheint. Die basale Herzfrequenz des Pferdefetus ist jedoch in einem wesentlich niedrigeren Frequenzbereich angesiedelt, so dass es sinnvoller erschien, sich an der relativen Angabe von MATSUI et al. (1985) zu orientieren.

Nachträglich wurden die absoluten Anzahlen der Akzelerationen in Kategorien eingeteilt, um eine stärkere Übersichtlichkeit in klinisch relevante Größenordnungen zu erreichen. Bereits seit Jahren werden in der Humanmedizin die im Rahmen der fetalen Überwachung angefertigten CTGs aus diesem Grund routinemäßig in Scores eingeteilt (SCHNEIDER und GNIRS, 2000b).

Zusätzlich wurde die mittlere Amplitude der Typ I Akzelerationen ermittelt, da sie bei MATSUI et al. (1985) und ADAMS-BRENDEMUEHL (1990) als wichtig für die Beurteilung des Wohlbefindens des equinen Fetus erachtet werden.

Um möglichst optimale Werte zu erhalten, wurde über eine Zusatzfunktion eine nachträgliche Markierung von nicht detektierten fetalen R-Zacken bzw. eine Entfernung von falsch angebrachten Markierungen vorgenommen. Alle oben aufgeführten Parameter wurden jeweils am rohen und korrigierten Datensatz erhoben, um auch die Genauigkeit und Aussagekraft der nicht nachbearbeiteten fetalen Elektrokardiogramme für den Gebrauch in der Praxis zu überprüfen.

Zusätzlich erfolgte neben Erhebung der fetalen Parameter in der vorliegenden Arbeit die Auswertung der mütterlichen Herzfrequenz aus dem fetalen Elektrokardiogramm durch die geräteinterne Analyse der maternalen anstatt der fetalen R-Zacken.

5.2.2 Standardelektrokardiographie

Als Aufzeichnungsdauer wurden in Anlehnung an die fetalen Elektrokardiogramme ebenfalls 40 Minuten gewählt, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten und aussagekräftige Verläufe bei den trächtigen und nichtträchtigen Tieren zu erhalten. Da die Eignung des Gerätes unter Praxisbedingungen überprüft werden sollte, wurde die im Handbuch empfohlene Elektrodenplatzierung verwendet.

Zur Ermittlung der Herzfrequenz wurde jedes R-R-Intervall über die Export-Funktion der geräteinternen Software in das Programm Microsoft Excel transferiert, um die in der Einheit ms angegebenen Intervalle als Herzfrequenz/ min angeben zu können. Von der Software als Rhythmusunregelmäßigkeit erkannte und rot markierte R-Zacken sind gut für eine Übersicht im Rahmen der Arrhythmiebeurteilung geeignet, werden jedoch automatisch beim Import der R-R-Intervalle in Excel mit dem Zahlenwert „-1“ hinterlegt. Eine einfache Methode oder zusätzlich Funktion der Software zum einfachen nachträglichen Ausmessen der als falsch markierten R-R-Intervalle, welche auch als Zahlenwert im Excel erscheinen können, wäre wünschenswert.

Zusätzlich wurden die Elektrokardiogramme zur Rhythmusbeurteilung visuell bzw. manuell durchmustert, da keine speziesspezifische Analysesoftware zur nachträglichen Arrhythmiediagnostik der mit dem Televet 100 Gerät erstellten Elektrokardiogramme auf dem Markt ist.

Die von der Televet 100 Software angebrachten Markierungen der R-Zacken sind, durch die rote Markierungen von Abweichungen grundsätzlich gut für eine Übersicht geeignet.

In der Literatur finden sich einige Arbeiten über die Interpretation von Arrhythmien in der equinen Kardiologie (TSCHUDI, 1985b; MCGUIRK und MUIR, 1995). Die Kategorisierung der festgestellten Arrhythmien erfolgte nach den dortigen Vorgaben.

5.2.3 Postnatale Untersuchung

Aus den insgesamt 29 untersuchten Stuten gingen 29 lebende Fohlen hervor. Eine Stute war während der Gravidität einmalig bei einer poliklinischen Vorstellung aufgrund von Koliksymptomen fetal elektrokardiographisch untersucht worden und zu einem späteren Zeitpunkt erneut aufgrund von antepartaler Kolik vorstellig. Wegen unmittelbarer Nähe zum Geburtszeitpunkt wurde das Tier zur Partusüberwachung in die Klinik eingestallt und somit in die Verlaufsuntersuchung aufgenommen. Dies erklärt die Diskrepanz zwischen den insgesamt 30 untersuchten Fällen und jedoch nur den 29 Stuten bzw. geborenen Fohlen.

Von den 29 Fohlen konnten 26 sowohl nach dem Giessener Vorsorgeschema I und II (BOSTEDT et al., 1997), als auch segmental untersucht werden. Drei Fohlen wurden nicht in die postnatale Untersuchung miteinbezogen, da ein Fohlen unmittelbar post natum aufgrund eines Abortes im 10. Monat euthanasiert wurde, bei einem Fohlen unmittelbar nach der Entwicklung per Sectio caesarea eine Reanimation scheiterte und ein weiteres Fohlen aufgrund der Geburt im heimatischen Stall nicht für die Untersuchung zur Verfügung stand. Anhand der Ergebnisse wurden Vitalität und Entwicklung beurteilt, um Krankheitszustände und Gefährdungen frühzeitig zu erkennen und um eine Korrelation mit den antepartal erhobenen Werten zu überprüfen.

Laut Angaben einiger Autoren erlaubt die fetale Herzfrequenz keine (MITCHELL, 1973) oder nur eine wenig zuverlässige Vorhersage der Geburt eines lebensschwachen Neonaten (ADAMS.BRENDEMUEHL, 1990), jedoch wurden bisher noch nicht die verschiedenen Parameter der fetalen Herzfrequenz in ihrer Gesamtheit mit dem Vitalitäts- und Gesundheitsstatus unmittelbar post natum in Zusammenhang gebracht.

5.3 Diskussion der Ergebnisse

5.3.1 Akzeptanz von Material und Messtechnik

Insgesamt lag in allen Gruppen eine hervorragende Akzeptanz vor. Erwähnt werden muss, dass dies durch die vorherige Nutzung der Tiere als Reitpferde mit Gewöhnung an Gurt und Sattel begünstigt war. Die zwei Stuten, welche in die Kabel bissen, waren beide mit vier Jahren noch sehr jung und dementsprechend neugierig, wodurch sich dieses Verhalten erklären lässt.

Im Gegensatz zu der bei den bisherigen Untersuchungen notwendigen und durchgeführten Fixation der Tiere während der Untersuchung (LARKS et al., 1960; HOLMES und DARKE, 1968; BUSS et al., 1980; TSCHUDI, 1986) war es aufgrund des verwendeten Gerätes möglich, auf die Fixierung der Stuten zu verzichten.

Gründe hierfür sind zum einem die geringe Größe des Gerätes, und die damit verbundene Möglichkeit der Befestigung an einem Gurt um den Thorax der Probanden, so dass die Tiere nicht wie bisher über die Kabel mit einem herkömmlichen EKG-Gerät verbunden waren. Ein normales arttypisches Verhalten, was sich in Futter- und Wasseraufnahme, Ausruhverhalten, zum Teil sogar mit Niederlegen äußerte, konnte beobachtet werden.

Einen weiteren Grund für die verzichtbare Fixation der Tiere stellte der kabellose live Datentransfer vom Tier zum Laptop unter Nutzung der Bluetooth-Technik bzw. die Datenspeicherung auf der im Gerät eingebrachten SD-Karte dar. Die telemetrische Datenübertragung zu Beginn der Messung war jederzeit innerhalb des angegebenen Radius von 100 Metern möglich.

Einige Autoren sprachen sich zur Vermeidung von Bewegungsartefakten für ein gutes Festhalten der Tiere aus (LARKS et al., 1960; HOLMES und DARKE, 1968; BUSS et al., 1980; TSCHUDI, 1986). PARKES und COLLES (1977) wiederholten bei nervösen Stuten die Untersuchung bei Auftreten von Bewegungsartefakten zu einem späteren Zeitpunkt und auch NÖRR (1921) bestätigte, dass bei aufgeregten Tieren keine brauchbaren Kurven zu gewinnen waren. YAMAMOTO et al. (1991) berichteten, dass aufgrund von starken Bewegungsartefakten, ausgelöst durch die Wehentätigkeit kurz vor der Geburt, eine Aufzeichnung nicht mehr möglich war.

Obwohl sich die Tiere während der Messung in der Box mit Möglichkeit zur freien Bewegung befanden und dies auch nutzten, fielen die verursachten Bewegungsartefakte aufgrund eines in der Software integrierten Filters nicht ins

Gewicht. Bei einer in der Geburt befindlichen Stute mit Kolihsymptomen und damit einer Vielzahl von durch Scharren, Unruhe und Zittern bedingten Artefakten konnte trotzdem relativ problemlos eine deutliche fetale Herzaktion dargestellt werden.

Ebenfalls beschrieben war in einigen Arbeiten die Problematik von störenden elektrischen Interferenzen bei der Aufzeichnung. Bei PARKES und COLLES (1977) war in einigen Fällen aufgrund elektrischer Störungen ein Ortswechsel der Stute zur Messung notwendig, was jedoch mit dem Televet 100 Gerät zu keinem Zeitpunkt erforderlich war. Zur Verminderung von elektrischen Interferenzen empfahl ADAMS-BRENDEMUEHL (1990) den Gebrauch von batteriebetriebenen EKG-Geräten. Dieser Empfehlung wurde bereits von Herstellerseite nachgegangen, da das Televet 100 mit Batterien betrieben wird.

Elektroden und -platzierungen

Bezogen auf die Elektroden ist festzuhalten, dass die verwendeten selbstklebenden Einmalelektroden einen Vorteil und eine Weiterentwicklung gegenüber dem bisher verwendeten Elektrodenmaterial darstellen. Zu keinem Zeitpunkt war ein Scheren oder Rasieren innerhalb der Gruppe der trächtigen und ingraviden Stuten oder eine zusätzliche Bearbeitung von Fell oder Haut zur Verbesserung der Leitfähigkeit notwendig. Anzumerken ist jedoch, dass keines der Tiere zum Zeitpunkt der Messung ein dichtes Winterfell besaß, sondern die Untersuchungen an den trächtigen Stuten aufgrund der Saisonalität der Abfohlung bis auf wenige Ausnahmen ausschließlich im Frühjahr bis Sommer stattfanden. Die ingraviden Stuten wurden von August bis September untersucht, so dass zu diesem Zeitpunkt ebenfalls noch ein relativ kurzes Haarkleid vorlag. Das Fell der Tiere war täglich in normalem Umfang gepflegt und geputzt worden.

Die verwendeten selbstklebenden Einmalelektroden verfügten über hervorragende Klebeeigenschaften mit starker Haftung und konnten ohne Probleme für 24 Stunden an den Tieren belassen werden, wodurch jederzeit Langzeitaufnahmen möglich waren. Ebenso wie bei SCHEFFER et al. (1995) führte die starke Haftung bisweilen vereinzelt aufgrund eingetrockneter Kleberreste zu Schwierigkeiten beim Entfernen der Elektroden.

Eine der 29 trächtigen Stuten reagierte nach längerem Kontakt mit den Elektroden auf den Klebstoff mit lokaler Schwellung, Haarverlust und Juckreiz an der Kontaktstelle. Als Konsequenz wurden bei dieser Stute die Elektroden sofort nach

jeder Messung abgenommen und nicht wie bei den anderen Tieren für die zweite Messung am Tage belassen. Reste von Kontaktgel und Klebstoff wurden mit klarem Wasser abgespült, und die Messung konnte problemlos weiter durchgeführt werden. Bei den anderen Stuten konnten keine Auffälligkeiten im Sinn einer lokalen Reaktion beobachtet werden.

Für die Anfertigung von Standardelektrokardiogrammen an trächtigen und ingraviden Stuten wurden die Elektroden wie im Handbuch empfohlen platziert. Eine Abänderung der Position war nicht erforderlich.

Die wie im Handbuch zum Televet 100 Gerät angegebene, modifizierte dorso-ventrale Platzierung für die Anfertigung eines fetalen Elektrokardiogramms lieferte oft, jedoch nicht in allen Fällen ein optimales fetales Signal. Bereits HOLMES und DARKE (1968) und BUSS et al. (1980) gaben an, dass die beste Elektrodenposition von Fall zu Fall individuell und empirisch ermittelt werden musste, da die Position des Fetus im Mutterleib und damit zu den Elektroden variierte. Auch die Hersteller des Geräts erwähnten, dass die Platzierung der beiden abdominalen Elektroden von der Position des Fetus abhängig war. Um maximale Ausschläge im fetalen Elektrokardiogramm zu erhalten, ist daher eine adäquate Elektrodenplatzierung am Stutenkörper notwendig, was von vielen Autoren als potentielle Schwierigkeit angesehen wird (LARKS et al., 1960, HOLMES und DARKE, 1968). Diese Problematik bestätigte sich in der Studie. Im Versuch wurde die rote, ventrale Elektrode in ihrer Position variiert, falls nur geringe fetale Ausschläge sichtbar waren.

Die nachfolgende Betrachtung der besten Elektrodenplatzierung bezieht sich auf den Beginn der jeweiligen Messung, wo mittels Real-Time-Betrachtung der Sitz der Elektroden überprüft wurde.

Bei über 50 % aller Aufzeichnungen lieferte die erstgewählte Position der entscheidenden roten, ventralen Elektrode zufriedenstellende Ergebnisse. Dies rührt daher, dass für jede Stute nach der ersten Messung jene individuelle Platzierung gewählt wurde, welche bei vorangegangener fetaler Messung das beste Ergebnis lieferte. Es wurde damit nicht bei jeder Messung mit der im „Material und Methoden“ angegebenen Standardplatzierung begonnen, sondern schon individuell mit der empirisch ermittelten letzten, als optimal angesehenen Platzierung.

Es wurde bei 45 % der Messungen (119 von 267) mindestens eine Umplatzierung der roten Elektrode vorgenommen, mehr als drei Positionswechsel waren nur bei 17 Aufzeichnungen (6 %) zur Optimierung notwendig.

Die besten Ergebnisse erzielte in über 50 % der 267 fetalen Aufzeichnungen die Platzierung der roten, ventralen Elektrode im Bereich unmittelbar neben der Linea alba bis hin zu fünf Zentimeter paramedian auf der linken Körperseite. Somit ist festzustellen, dass die besten Aufzeichnungen mit einer Elektrodenplatzierung in unmittelbarer Nähe zur Linea alba erzielt wurden, was der Beobachtung von PARKES und COLLES (1977) entspricht. Die Autoren gaben an, dass je näher die ventrale Elektrode in Richtung der Medianen platziert wurde, sich das Signal umso besser darstellte. Als Ursache wurde die, wie bereits von HOLMES und DARKE (1968) beschriebene dorsale, anteriore und linksorientierte Ausrichtung des fetalen Herzvektors beim Pferdefetus angesehen.

Im Bezug zum Euter eignete sich bei ca. 88 % der 267 fetalen Untersuchungen der Bereich 10 bis 20 cm kranial davon am besten, was den Angaben von HOLMES und DARKE (1968), PARKES und COLLES (1977) und COLLES et al. (1978) entsprach, welche einen Abstand von 15 bis 20 cm kranial des Euters beschrieben.

Im Gegensatz zu der bisher angewendeten Methodik entfällt dank der eigens für das Televet 100 Gerät entwickelten Software das mühevoll, zeitintensive „Herauslesen“ der fetalen elektrokardiographischen Zacken. Durch die Extraktion des rein maternalen, separat registrierten Signals vom abdominalen Signal, welches bekanntlich neben den mütterlichen auch die fetalen Zacken enthält, konnte das fetale Signal als einzelne Kurve dargestellt werden. Zusätzlich wurde auch eine Amplifizierung vorgenommen, um die Ausschläge gut sichtbar darstellen zu können. Es muss jedoch erwähnt werden, dass sich nach Herstellerangaben diese Methode der fetalen Elektrokardiographie auf fetaler Seite nur zur Frequenzbeurteilung nutzen lässt, da es sich um ein mathematisch ermitteltes Signal handelt. Somit ist eine exakte Rhythmusbeurteilung aus technischen Gründen nicht möglich, da keine diagnostischen Rückschlüsse bezogen auf Anwesenheit, Form und Amplitude der einzelnen fetalen EKG-Komplexe möglich sind.

Im Rahmen der vorher genutzten Standard-Technik konnten LARKS et al. (1960); TOO et al. (1967); HOLMES und DARKE (1968) und PARKES und COLLES (1977) dagegen in unterschiedlichem Ausmaße fetale P-, S- und T- Wellen erkennen.

Gegenüber bisherigen Studien und Ausrüstungen, bei denen die Autoren die fetale Herzfrequenz durch Zählen der sichtbaren fetalen Ausschläge beziehungsweise der fetalen QRS-Komplexe im Elektrokardiogramm innerhalb eines definierten Zeitraums (TOO et al., 1965; KANAGAWA et al., 1967; MATSUI et al., 1985) ermitteln mussten, ermöglichte die Televet 100 Software eine automatische Herzfrequenzanalyse. Grundlage hierfür ist eine R-R-Intervall-Analyse anhand Detektion und Markierung von fetalen R-Zacken, womit folglich jedes Schlag-zu-Schlag-Intervall als eigene Herzfrequenz ausgedrückt wurde. Auch nach WHEELER und MURRILLS (1978) und MATSUI et al. (1985) stellten die R-R-Intervalle einen Indikator für jeden Herzschlag dar.

Zusätzlich konnte mit der geräteinterne Software die Herzfrequenz als Herzfrequenzverlaufskurve graphisch im Bezug zur Zeit dargestellt und dieser Verlauf für weitere Auswertungen herangezogen werden, so dass nicht nur die momentan gemessene Frequenz, sondern auch ihr Verlauf über einen längeren Zeitraum beurteilt werden konnte.

Generell ist bei Verwendung der Methodik der fetalen Elektrokardiographie zu beachten, dass aus oben genannten Gründen bei einmalig negativer Aufnahme eine Stute keinesfalls als nicht-tragend bezeichnet werden sollte. Nur ein positiver Befund ist zuverlässig (TSCHUDI, 1986). Auch MANSFELD und GRUNERT (1989) waren der Meinung, dass sicherheitshalber nur positive Nachweise als zuverlässig anzusehen sind. COLLES et al. (1978) empfahlen daher zwei bis drei Messungen im Abstand von zehn Minuten, um das Risiko eines falsch negativen Befundes zu minimieren und bei negativem Ergebnis die Stute vor einer erneuten Messung mit dem Ziel der Umpositionierung des Fetus leicht zu bewegen.

Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass die Demonstration eines lebenden Fetus nicht ausschließt, dass ein toter Zwilling oder ein zweiter Fetus mit einer sehr kleinen Ableitung vorhanden ist, wie COLLES et al. (1978) angaben.

In der eigenen Studie wurde eine Stute mit dem Verdacht auf Zwillingsträchtigkeit vorgestellt. Bei der Untersuchung präsentierte sich die Herzaktion regelmäßig mit

einer dem Trächtigkeitsstadium entsprechenden Herzfrequenz, so dass es nahe lag, eine intakte Zwillingsträchtigkeit auszuschließen. Nach der Abfohlung im heimatlichen Stall bestätigte die Besitzerin auf Nachfrage die Geburt eines einzigen gesunden Fohlens. Eine vorliegende intakte Zwillingsgravidität wurde nicht in der Klinik vorgestellt, so dass das Gerät in einem derartigen Fall nicht zum Einsatz kam und somit auch keine Daten erhoben werden konnten.

Mit der Thematik des fetalen Elektrokardiogramms im Rahmen der Zwillingsgravidität beim Pferd beschäftigten sich PARKES und COLLES (1977), sowie die japanische Forschungsgruppe um MATSUI (1985) ausführlicher. PARKES und COLLES (1977) ordneten die Ausschläge den Feten anhand der unterschiedlichen Amplitude und Charakteristik der QRS-Komplexe oder der differenten Herzfrequenzen von Zackenpaaren zu.

Im Bezug auf die Dokumentation weist die telemetrische Elektrokardiographie deutliche Vorteile gegenüber der herkömmlichen Methode auf. Früher erfolgte die Aufzeichnung der angefertigten EKG-Kurve auf Papier mit definiertem Papiervorschub. Aufgrund der elektronischen Datenbearbeitung, -sicherung und -archivierung entfällt der große Papierverbrauch und Dokumentationsaufwand. Desweiteren macht die elektronische Form der Aufzeichnungen eine einfachere Konsultation von Fachleuten auf elektronischem Weg möglich.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im Rahmen der durchgeführten Studie bei jeder Untersuchung und bei jeder tragenden Stute eine fetale Herzaktion dargestellt werden konnte, so dass stets positive Vitalitätsnachweise gelangen. Jedoch waren in einigen Fällen Umplatzierungen der roten Elektrode notwendig.

Prozentfehlerzeit

Durch sowohl fetale als auch maternale Bewegungen, welche eine mögliche Veränderung der Position des fetalen Herzens zur Elektrodenposition hervorrufen können, entstehen Signalverluste und nicht auswertbare Zeitabschnitte innerhalb einer Aufzeichnung. Dies bestätigten auch JONKER et al. (1994) und BREUKELMAN et al. (2006) anhand sonographischer Untersuchungen am Rinderfetus. In der eigenen Untersuchung wurden durch maternale Bewegungen

zusätzlich Störungen im genutzten adaptiven Filter, welcher für die Extraktion des maternalen vom abdominalen Signal verantwortlich war, und R-Wellen-Detektor des Televet 100-Gerätes ausgelöst. Dies hatte zur Folge, dass beide Elemente einige Sekunden kein fetales Signal darstellen konnte, bzw. die fetalen Zacken trotz Vorhandensein nicht erkennen konnten und erst nach einem erneuten „Einpendeln“ wieder korrekt funktionierten.

Da keine speziesspezifische Software für die Auswertung der fetalen Aufzeichnungen beim Pferd zur Verfügung stand, um die verschiedenen Parameter zu ermitteln, musste die Auswertung an den rohen und korrigierten fetalen EKGs manuell erfolgen. Erwähnt werden muss, dass in der Literatur die Prozentfehlerzeit als Parameter für den Human- und Rinderfetus beschrieben ist, im Zusammenhang mit Aufzeichnungen an der trächtigen Stute aber nicht erwähnt wird.

Der Anteil nicht auswertbarer Zeit innerhalb der Aufzeichnungsperiode war verständlicherweise bei den „rohen“ Elektrokardiogrammen deutlich größer als nach erfolgter Optimierung und Korrektur falscher fetaler R-Zacken-Markierungen. Durch die Nachbearbeitung konnte für über 50 % der 267 aufgezeichneten fetalen Elektrokardiogramme eine Prozentfehlerzeit von maximal fünf Prozent erzielt werden, was einer nicht zu beurteilenden Zeitspanne von nur zwei Minuten bei 40 Minuten Aufzeichnungsdauer entspricht. Aus diesem Grund wurden auch die Parameter für die statistische Berechnung an den korrigierten EKGs erhoben, um möglichst exakte Daten zu erhalten. BREUKELMAN et al. (2006) bestimmten mittels einer Analysesoftware aus der Humanmedizin am bovinen Fetus einen mittleren prozentualen Signalverlust von 11,5 % bei einer 30-minütigen und 17,1 % bei einer 60-minütigen Aufzeichnung. JONKER et al. (1994) stellten Signalverluste in Höhe von 2 - 35 % mit einem Mittelwert von $15,0 \pm 2,0$ % (SEM) fest. In der Humanmedizin nutzen BREUKER et al. (1976) die Prozentfehlerzeit im Rahmen des abdominalen fetalen EKGs und sprachen ab einer Ausfallszeit über 35 % von einer mangelhaften Registrierqualität. Derartige Aufzeichnungen wurden als ungeeignet zur weiteren Beurteilung fetaler Parameter eingestuft. Auch BREUKELMAN et al. (2006) bezogen nur Messungen mit einem maximalen Signalverlust von 30 % in die Auswertung mit ein.

In den eigenen Untersuchungen lag die Prozentfehlerzeit zu einem geringen Anteil (8 %) bei über 50 % oder sogar über 75 % bei einem Pferd, diese Aufzeichnungen wurden auch zur Auswertung herangezogen. Vor Korrektur und Optimierung betrug

in etwa dreiviertel aller 267 Aufzeichnungen die nicht auswertbare Zeit maximal 35 %, nach Korrektur konnte diese maximale Prozentfehlerzeit sogar bei 88 % der EKGs festgestellt werden. Am deutlichsten äußerte sich die Verbesserung der Prozentfehlerzeit in der ersten Kategorie (weniger als 5 % der Gesamtzeit nicht auswertbar), vor Korrektur wurden 19 % der Aufzeichnungen derartig beurteilt, nach Korrektur mit 53 % mehr als die Hälfte der Messungen. Desweiteren wurden für die statistische Berechnung nur Daten von korrigierten und somit optimierten EKGs vorgenommen, bei BREUKELMAN et al. (2006) und BREUKER et al. (1976) wurden jedoch die rohen Daten verwendet.

Erwähnt werden muss, dass sich die zum Teil höhere Ausfallszeit mit der höheren Bewegungsaktivität des equinen im Vergleich zum humanen Fetus (VAALA und SERTICH, 1994) erklären lässt, zum anderen durch den Verzicht auf eine Fixierung der Tiere während der Messung und der fehlenden Möglichkeit, den Stuten Anweisungen über optimale Position und Verhalten während der Messung zu erteilen, womit auch keine absolute Ruhigstellung möglich war. Bewegungen im natürlichen Umfang waren folglich unausweichlich.

Am Messtag 1 und 0 ante partum wurden bei vier von 21 Messungen Prozentfehlerzeiten über 50 % festgestellt. Dies fällt mit der Beobachtung von Nervosität bei zwei Tieren zusammen, was sich in gesteigertem Umherwandern äußerte. Dies wiederum könnte durch die Bewegung den Signalverlust bewirken.

Falls eine zu starke Bewegung eine notwendige fetale elektrokardiographische Messung unmöglich machen sollte, müsste eine Fixierung der Stute erfolgen.

5.3.2 Verlaufsuntersuchung

5.3.2.1 Maternale Parameter

Mittlere maternale Herzfrequenz

In den letzten 15 Tagen vor der Geburt schwankten die Werte für die mittlere maternale Herzfrequenz innerhalb von 40 Minuten auf alle Stuten bezogen morgens zwischen $49,42 \pm 4,35$ und $56,29 \pm 6,82$ Schlägen/ min und nachmittags zwischen $49,16 \pm 4,31$ und $57,33 \pm 6,46$ Schlägen/ min.

PARKS et al. (2009) konnten Herzraten von 50,5 Schlägen/ min 12 Tage vor der Geburt und 57,7 Schläge/ min einen Tag vor der Geburt ermitteln. Die Messwerte in der eigenen Untersuchung entsprachen diesen Angaben.

Die erzielten Werte decken sich überwiegend mit den Angaben in der Literatur (HOLMES und DARKE, 1968), jedoch geben einige Autoren auch höhere Frequenzen an (KANAGAWA et al., 1967; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987, EGAN et al., 2006). Hierbei ist jedoch zu erwähnen, dass die Stuten in den entsprechenden Untersuchungen fixiert und eher kurzdauernde Momentaufnahmen und keine 40 minütigen Aufzeichnungen angefertigt wurden. Eine fixationsbedingte Stressverursachung, wie auch von RAEKALLIO (1992) erwähnt, war in diesen Untersuchungen nicht auszuschließen.

Der hochsignifikante Anstieg in der unmittelbaren antepartalen Periode zur Geburt hin stimmt mit den Beobachtungen von MATSUI (1985), EGAN et al. (2006) und PARKS et al. (2009) überein, welche eine prominente Erhöhung der Herzfrequenz in den letzten zwei Wochen vor der Geburt feststellten. Ursächlich wurde von den Autoren MATSUI et al. (1985) und PALMER (2007) der gesteigerte plazentare Blutfluss und das erhöhte Blutvolumen im letzten Trimester der Gravidität parallel zum stark zunehmenden Wachstums des Fetus angesehen. Nur über eine Steigerung der maternalen Herzfrequenz kann der erhöhte Sauerstoffbedarf des ungeborenen Fohlens gedeckt werden. Zusätzlich erfordert die sich entwickelnde Milchdrüse ebenfalls eine gesteigerte Blutversorgung. Die Erhöhung der Herzfrequenz zur Geburt hin könnte jedoch auch durch Veränderungen im Verhalten verursacht worden sein. Nach EGAN et al. (2006) und SHAW et al. (1988) fand in den letzten zwei Tagen vor der Geburt gesteigert ein Wechsel im Verhalten der Tiere statt, was in der Literatur häufig als „Nervosität“ beschrieben wird. In den eigenen Untersuchungen konnte ebenfalls bei Betrachtung der während der Messung stattgefundenen Aktivität ein schwacher zeitlicher Einfluss vorgefunden werden. Zwei der 21 Stuten zeigten in den letzten 24 Stunden ante partum ausschließlich ein unruhiges, nervöses Umherwandern. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass die Aktivitätsbeurteilung nicht über kontinuierliche Videoüberwachung erfolgte, sondern nur alle 10 bis 15 Minuten visuell durch Aufsuchen der Box, so dass die Aussagekraft und ein eventueller Einfluss nicht genau festgelegt werden konnte.

Insgesamt betrachtet befanden sich die Werte für die trächtigen Stuten über dem in der Literatur angegebenen Referenzbereich von 28 – 40 Schlägen/ min für adulte, nichtträchtige Pferde (BAUMGARTNER, 2005a) und folglich auch über den ermittelten Werten für die nichtträchtigen Stuten der Kontrollgruppe. Der bei diesen nichtträchtigen Tieren über 40 Minuten ermittelte Wert lag mit $37 \pm 3,34$ Schlägen/

min im oberen, als physiologisch angesehenen Referenzbereich. Eine Erklärung liefert der Verzicht auf eine Fixierung der ingraviden Stuten während der Messung und der damit verbundenen Beobachtung von freier Bewegung in der Box, sowie Futteraufnahme während der Messung.

Auch PARKS et al. (2009) beobachteten höhere Werte bei trächtigen im Vergleich zu nichtträchtigen Stuten, wobei die Herzraten der ingraviden Stuten mit Frequenzen zwischen 34 und 40 Schlägen/ min ebenfalls im oberen Referenzbereich anzusiedeln waren.

Zwischen den Gruppen existierten antepartal keine Unterschiede. Begründet liegt dies sehr wahrscheinlich darin, dass in der Gruppe der Risikoträchtigkeiten die Stuten ab dem Zeitpunkt der Einstellung und während der Messungen keinerlei der ursprünglichen Symptome, welche eine Einteilung in diese Gruppe bedingten, mehr zeigten. Bei Betrachtung der beiden Messzeitpunkte konnten nachmittags signifikant höhere Mittelwerte als morgens gemessen werden. Bekanntermaßen variiert die Herzfrequenz in Abhängigkeit von Aktivität, Körperhaltung und anderen externen Stimuli (PICCIONE et al., 2004). Bei der Erhebung der Aktivität konnten keine Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten im Sinne von häufigerer Futteraufnahme oder mehr Aktivität verzeichnet werden. Es wurden jedoch keine kontinuierlichen Beobachtungen per Kamera oder ähnlichem während der Messung durchgeführt. Untersuchungen zur circadianen Rhythmik des Herzfrequenzverlaufes beim Pferd (EVANS et al., 1976) existieren, jedoch handelt es sich um 24-Stunden-Observationen. Darin konnte eine Differenz zwischen tagsüber und nachts gemessenen Werten, mit niedrigeren Werten während der Nacht, gefunden werden.

Im peripartalen Zeitraum (Tag 1 ante partum bis Tag 1 post partum) fiel die Herzfrequenz hochsignifikant auf niedrigere Werte nach der Geburt ab. Im weiteren postpartalen Verlauf konnte kein weiteres Absinken verzeichnet werden. Zurückzuführen sind die niedrigeren Werte auf die Geburt des Fohlens, und damit mit dem Wegfallen eines zweiten, mit Blut zu versorgenden Organismus, der Reduktion des eigenen Körpergewichts und des intraabdominalen Druckes durch Verkleinerung des Uterus. Folglich liegen die umgekehrten Gründe postpartal vor, welche für den antepartalen Anstieg verantwortlich waren (EGAN et al, 2006; PARKS et al., 2009). Angaben für den unmittelbaren postpartalen Verlauf fehlen jedoch in der Literatur. PARKS et al. (2009) ermittelten zwei bis fünf Tage nach der Geburt

eine mittlere maternale Herzfrequenz von 44,4 Schlägen/ min, und somit ebenfalls noch höhere Werte als bei nichtträchtigen Stuten. Diese Angaben lassen sich auch in der eigenen Untersuchung bis 48 Stunden post partum bestätigen. Die mit der Geburt einsetzende Laktation und damit die erhöhte Blutversorgung des Euters scheint ebenfalls ein Argument für die höhere Herzfrequenz zu sein.

Die Tiere mit Komplikationen während der Trächtigkeit zeigten postpartal signifikant höhere Frequenzen als die Stuten mit einer ungestörten Gravidität. Im peripartalen Zeitraum war dieser Unterschied statistisch nur knapp nicht signifikant. Ursache hierfür ist möglicherweise der höhere Anteil an zu leistender Geburtshilfe in Gruppe 2, da von diesen acht Geburten je zweimal mittels leichtem und schweren Auszug die Fohlen entwickelt werden mussten und die Tiere somit eher körperlichem Stress und eventuell auch Schmerzen ausgesetzt waren als in Gruppe 1, wo der Anteil an Geburtshilfe nur bei 31 % lag.

Minimum und Maximum der maternalen Herzfrequenz

Die im Vergleich zu anderen Autoren (KANAGAWA et al., 1967; HOLMES und DARKE, 1968; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; EGAN et al., 2006) eher niedrigeren Werte für das Minimum und eher höheren Werte für das Maximum liegen vermutlich zum einen in der relativ langen Aufzeichnungszeit von 40 Minuten im Vergleich zu den anderen Arbeiten begründet und zum anderen darin, dass die Herzfrequenzermittlung auf der Registrierung von jedem einzelnen R-R- Intervall basierte, und folglich die geringsten Veränderungen im Sinne einer Beschleunigung und Verlangsamung der Herzfrequenz registriert wurden.

Das Minimum der maternalen Herzfrequenz wies einen hochsignifikanten Anstieg bis zur Geburt hin auf. Ebenso verhielt es sich mit dem Maximum der Aufzeichnung. Als Ursache ist, wie bereits beim Mittelwert erläutert, der gesteigerte Blut- und Sauerstoffbedarf für die Versorgung des Fohlens anzusehen. Zwischen den Gruppen existierten antepartal keine Unterschiede. Die mögliche Erklärung wurde bereits beim Parameter „Mittelwert der maternalen Herzfrequenz“ gegeben.

Antepartal lagen statistisch signifikante Unterschiede zwischen Minima an den beiden Messzeitpunkten vor. Morgens konnten niedrigere Minima als nachmittags gemessen werden, bei den Maxima der Aufzeichnungen war das Umgekehrte der Fall. Eine Erklärung konnte hierfür nicht gegeben werden, die Wertigkeit ist eher als gering einzuschätzen.

Eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Zeit“ bestand bei Betrachtung der Minima der Messungen, was sich in einem steileren Anstieg in Gruppe 2 zur Geburt hin äußerte. Da jedoch zwischen den Gruppen generell kein Unterschied bestand, und dieses Phänomen bei den anderen Parametern nicht auftrat, ist eher von einem niedrigen Stellenwert dieser Beobachtung auszugehen.

Im Vergleich zum antepartalen Zeitraum sank das Minimum auf hochsignifikant, das Maximum auf signifikant niedrigere Werte nach der Geburt ab. Grund für den postpartalen Abfall liefert die Geburt des Fohlens, wodurch keine Blutversorgung des fetalen Organismus durch die Stute mehr nötig ist und zusätzlich die Reduktion des eigenen Körpergewichts und des intraabdominalen Druckes durch Verkleinerung des Uterus eine geringere Belastung des mütterlichen Kreislaufs bedingen. Somit liegen die umgekehrten Gründe vor, welche den antepartalen Anstieg verursacht haben (EGAN et al. 2006, PARKS et al., 2009). Bei Betrachtung des peripartalen Zeitraums konnte für den Parameter „Maximum der maternalen Herzfrequenz“ eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Zeit“ im Sinne eines steileren Abfalls in Gruppe 2 nach der Geburt verzeichnet werden.

Das Maximum der postpartalen Messungen war bei den Stuten aus Gruppe 2 signifikant höher als bei den Stuten mit ungestörter Gravidität, wohingegen sich die Minima postpartal knapp nicht signifikant in den beiden Gruppen unterschieden. Wodurch diese Unterschiede zustande kommen, konnte nicht geklärt werden. Eventuell ist der höhere Anteil an Schweregeburten in der Gruppe der Risikoträchtigkeiten dafür verantwortlich.

Rhythmus

Insgesamt konnten antepartal nur sehr sporadisch Rhythmusunregelmäßigkeiten festgestellt werden. Verschiedene Autoren beschrieben den Rhythmus der untersuchten trächtigen Stuten als regelmäßig (HOLMES und DARKE, 1968), jedoch wurden häufig keine Langzeitaufnahmen vorgenommen und die Tiere während der Untersuchung fixiert.

AV-Blöcke 2. Grades

Vor der Geburt traten nur sehr sporadisch AV-Blöcke 2. Grades auf. Auch NÖRR (1921) konnte während der Trächtigkeit ebenso wie TOO et al. (1966) während der Geburt bei Stuten AV-Blöcke beobachten.

Es ließ sich ein signifikanter zeitlicher Einfluss feststellen, warum jedoch zwei Tage vor der Geburt die meisten Tiere einen AV-Block aufwiesen, konnte auch anhand der gängigen Literatur nicht geklärt werden. Im Vergleich zu den ingraviden Stuten der Kontrollgruppe war die Anzahl an derartigen Arrhythmien wesentlich geringer. Verschiedene Autoren beurteilten diese Rhythmusabweichung bei klinisch unauffälligen, nichtträchtigen Pferden in Ruhe als physiologisch (RAEKALLIO, 1992; MCGUIRK und MUIR, 1995, SCHEFFER et al., 1995). Als Ursachen dafür wurden neurohormonale Mechanismen sowie das autonome Nervensystem mit seiner Wirkung am Herzen, insbesondere der beim Pferd vorhandene hohe Vagustonus (RAEKALLIO, 1992) angesehen. Die niedrigere Anzahl dieser bradykarden Rhythmusabweichung bei den trächtigen Stuten im Vergleich zu den nichtträchtigen liegt in der Tatsache begründet, dass die trächtigen Stuten höhere Herzfrequenzen als die nichtträchtigen Tiere aufwiesen.

Postpartal konnte ein signifikanter Anstieg der Anzahl an AV-Blöcken festgestellt werden, da sich die Herzfrequenz postpartal signifikant verlangsamte und daher das Vorkommen dieser bradykarden Arrhythmie begünstigt wurde. Eine Stute (Nr. 19) fiel innerhalb der ersten zwölf Stunden mit einer Anzahl von 159 AV-Blöcken 2. Grades in der 40 minütigen Aufzeichnung auf. Im weiteren postpartalen Verlauf reduzierte sich das Vorkommen wieder. Inwiefern diese anfänglich hohe Anzahl als pathologisch zu werten war und wodurch sie ausgelöst worden war, konnte nicht geklärt werden, da sich die Stute klinisch unauffällig präsentierte und daher keine weiterführenden Untersuchungen vorgenommen wurden.

Extrasystolen

Antepartal konnten nur sporadisch Extrasystolen festgestellt werden.

FEY und VERTER (2006) beurteilten ein vereinzelt Auftreten beim adulten Pferd im Sinne von weniger als einer Extrasystole pro Minute ohne sonstige nachweisbare Erkrankungen als Zufallsbefund. Explizit wird jedoch nicht auf eine bestehende Trächtigkeit eingegangen. Bei den trächtigen Tieren konnten, falls Extrasystolen vorhanden, eine bis 14 innerhalb von 40 Minuten gezählt werden, ohne dass klinisch

fassbare Erkrankungen auftraten. Somit konnte dies nach der Definition von FEY und VERTER (2006) auch als Zufallsbefund angesehen werden.

Nach der Geburt wurden im geometrischen Mittel zwischen 0,1 (SF: 2,4) und 0,2 (SF: 3,3) Extrasystolen in 40 Minuten gezählt, wobei eine Stute innerhalb der ersten zwölf Stunden 51 Extrasystolen ohne Krankheitssymptomatik aufwies, jedoch später wieder deutlich weniger nachweisbar waren. Ein tendenzieller Abfall der Anzahl im postpartalen Verlauf war zu vermuten. Ein signifikanter Unterschied im Vergleich vor und nach der Geburt ließ sich jedoch nicht bestätigen. In der Literatur fehlen Verlaufsuntersuchungen mit Beachtung von Extrasystolen im unmittelbaren ante- und postpartalen Zeitraum, so dass die hier erhobenen Werte nicht in Bezug zu früheren Studien gesetzt werden können.

In der nichtträchtigen Kontrollgruppe traten ebenfalls nur vereinzelt Extrasystolen auf, und konnten nach der Definition von FEY und VERTER (2006) ebenfalls als Zufallsbefund gewertet werden.

Zwischen den Messzeitpunkten und den Gruppen waren erneut keine signifikanten Unterschiede erfassbar.

Temperatur

In den letzten 15 Tagen vor der Geburt wiesen alle Stuten der Verlaufsuntersuchung Temperaturen zwischen $37,65 \pm 0,21$ und $38,03 \pm 0,65$ °C auf. Somit lagen die Werte innerhalb des für die trächtige Stute angegebenen Referenzbereiches (GRUNERT, 1993; EGAN et al., 2006). Der von SHAW et al. (1988) beobachtete Abfall der Temperatur um 0,1 °C in den letzten 24 Stunden vor der Geburt ließ sich in der eigenen Untersuchung nicht statistisch bestätigen, obwohl einige Stuten durchaus in den letzten 24 Stunden vor der Geburt ein derartiges Absinken aufwiesen. HALUSKA und WILKINS (1989) und CROSS et al. (1992) konnten ebenso eine antepartale Verminderung der Temperatur verzeichnen. Angemerkt werden muss, dass in den aufgeführten Studien zum einen durch die mehrmals am Tag vorgenommenen Messungen mehr Werte und zum anderen durch Verwendung genauerer Thermometer exaktere Werte erfasst werden konnten als bei den eigenen Messungen. Hier wurde nur einmal täglich mit einem Thermometer, welches auf eine Dezimalstelle rundet, die Temperatur ermittelt.

Bei Untersuchungen an Beagle-Hündinnen fanden CONCANNON et al. (1977) vor der Geburt einen Abfall der Körperinnentemperatur. Als Ursache sahen die Autoren

den unmittelbar antepartal stattfindenden Progesteronabfall an. Da Progesteron bekanntermaßen auf die Thermoregulation einwirkt, könnte laut CONCANNON et al. (1977) das antepartale Absinken der Temperatur das Unvermögen der Thermoregulationsmechanismen darstellen, diesen Progesteronabfall zu kompensieren.

Ein Unterschied zwischen den unauffälligen und risikoträchtigen Tieren war in der Untersuchung statistisch nicht belegbar, da sich alle Tiere unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit nach der Einstellung gesund präsentierten. Eine Ausnahme bildete nur Stute 15, welche an Tag 14 und 15 ante partum an einer fieberhaften Allgemeininfektion erkrankte.

Der nach der Geburt zu verzeichnende Anstieg der Temperatur auf im Mittel signifikant höhere Werte als antepartal wurde auch von HALUSKA und WILKINS (1989) und CROSS et al. (1992) beobachtet. Letztgenannte Autoren sahen als mögliche Erklärung eine postpartale uterine Infiltration mit Neutrophilen Granulozyten und Makrophagen an, mit daraus resultierender Temperaturerhöhung als Reaktion des Organismus.

Nach Ansicht von HALUSKA und WILKINS (1989) dürfte dieser kurze abnormale Anstieg nach der Geburt ein Ausdruck einer Überkompensation eben jener Temperaturregulationsmechanismen sein, welche den antepartalen Progesteronabfall nicht zu kompensieren vermochten. Weiterführende Studien wären erforderlich, um die Ursachen dieser Temperaturschwankungen zu erklären.

Atemfrequenz

Das Gesamtkollektiv wies in den letzten 15 Tagen vor der Geburt zwischen $20,6 \pm 8,5$ und $23,4 \pm 9,9$ Atemzügen pro Minute auf, was eine deutliche Erhöhung über den für das adulte nichttragende Pferd angegebenen physiologischen Bereich darstellt (BAUMGARTNER, 2005b). GRUNERT (1993) beschrieb ebenfalls eine Erhöhung der Atemfrequenz bei der hochträchtigen Stute und sah als Ursache den erhöhten Sauerstoffbedarfes des Fetus, sowie den durch den stark vergrößerten Uterus bedingten Zwerchfellhochstand an. Exakte Werte für trächtige Stuten in der ante- und postpartalen Periode zum Vergleich mit den eigenen Daten fehlen in der Literatur.

Mit Annäherung an den Geburtzeitpunkt veränderte sich die Atemfrequenz nicht ($p > 0,05$), obwohl ein signifikanter Anstieg der Herzfrequenz verzeichnet wurde. Erwähnt

werden muss, dass die Atemfrequenz auf einem Auszählen von Atembewegungen über 30 Sekunden basierte und im Gegensatz zur Herzfrequenz nur eine Momentaufnahme darstellte. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen existierten nicht, da sich die Tiere alle vor der Geburt klinisch unauffällig präsentierten.

Nach der Geburt konnten signifikant niedrigere Frequenzen als antepartal gezählt werden, da durch die Geburt des Fohlens die Bedingungen, welche die antepartal verstärkte Atmung hervorriefen, nicht mehr vorlagen. Im postpartalen Verlauf wiesen die Stuten mit Komplikationen in der Trächtigkeit höhere Atemfrequenzen als die Tiere der ersten Gruppe auf, der Unterschied erwies sich nur knapp nicht signifikant. Eine mögliche Erklärung könnte der höhere Anteil an Schweregeburten in der Gruppe der risikoträchtigen Tiere darstellen, wodurch eventuell eher Schmerzen oder Stress aufgetreten sind.

5.3.2.2 Fetale Parameter

Da zwischen den beiden Gruppen der Stuten ohne und mit Komplikationen keine Unterschiede existierten, wird im Folgenden bei der Diskussion der Parameter keine Gruppenberücksichtigung erfolgen und das Gesamtkollektiv betrachtet. Begründet liegt dieser fehlende Unterschied möglicherweise in der Tatsache, dass sich alle Stuten, unabhängig vom Vorstellungsgrund, ab dem Zeitpunkt der Vorstellung bis zur Geburt und während der Messung klinisch unauffällig präsentierten. Keine der ursprünglichen Symptome, wie zum Beispiel Kolik traten während der 40minütigen Untersuchungszeiten bzw. kurz davor auf. Eine Ausnahme bildete nur Stute 15, welche am 15. und 14. Tag ante partum eine fieberhafte Allgemeinerkrankung durchlitt.

Auch in der Untersuchung von REEF et al. (1996) an Stuten mit Komplikationen in der Trächtigkeit, waren ebenfalls zum Teil keine Differenzen im Vergleich zu physiologischen Graviditäten feststellbar.

Zwischen den morgendlichen und nachmittäglichen Messungen lagen keine Unterschiede vor. Informationen diesbezüglich fehlen für den equinen Fetus in der Literatur. Beim Schaffetus konnten DALTON et al. (1977) für die fetale Herzfrequenz einen nächtlichen Peak feststellen, tagsüber wurden jedoch ebenfalls keine Unterschiede beobachtet.

Grundsätzlich ist kritisch anzumerken, dass in den meisten Studien die Werte trotz der variablen Tragzeit von Pferden nicht in unmittelbaren Zusammenhang zum Geburtszeitpunkt angegeben werden, sondern auf den Graviditätsmonat bezogen vorlagen und sich daher ein Vergleich schwierig gestaltet.

Basale Herzfrequenz

In den letzten 15 Tagen vor der Geburt schwankte die basale Herzfrequenz morgens und nachmittags zwischen $65,6 \pm 6,5$ und $80,9 \pm 16,4$ Schlägen/ min und entspricht den Angaben für den letzten Trächtigkeitsmonat aus der Literatur. Beschrieben sind für den entsprechenden Zeitraum Herzfrequenzen zwischen 56 und 83 Schlägen/ min (PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; MATSUI et al., 1985; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; MACHIDA et al., 1987, REEF et al., 1995; BUCCA et al., 2005; BUCCA et al.; 2007), vereinzelt wurden Frequenzen bis zu 100 Schlägen/ min erwähnt (KANAGAWA et al., 1967; HOLMES und DARKE, 1968), jedoch differenzierten jene Autoren nicht in Ruhe- und Aktivitätsphasen. Nur PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984) betrachteten konkret die letzten 14 Tage der Trächtigkeit und gaben unabhängig von der exakten Trächtigkeitlänge einen Bereich von 60 – 80 Schlägen/ min an, was sich mit den festgestellten Werten dieser Studie deckt.

Anzumerken ist, dass nur wenige Autoren den Begriff der basalen Herzfrequenz beim Pferdefetus verwendeten (MATSUI et al., 1985; ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987), andere Autoren jedoch keine nähere Differenzierung der fetalen Herzfrequenz vornahmen, so dass sich die Beurteilung im Vergleich zu Werten aus der Literatur erneut schwierig gestaltete. MATSUI et al. (1985) gaben als mittleren Wert für die basale Herzfrequenz 75 Schläge/ min in Geburtsnähe und 60 – 65 Schlägen/ min unmittelbar vor der Geburt an, jedoch fehlen exakte Zeitangaben. Letztgenannte Autoren sahen nur die Ausreifung des vegetativen Nervensystems als ursächlich für den antepartalen Abfall an, ein Zusammenhang zur Geburt wird jedoch nicht hergestellt. In der Annahme, dass Tag 1/ 0 ante partum der Angabe „unmittelbar vor der Geburt“ entspricht, lagen die Werte in dieser Untersuchung mit $70,6 \pm 7,0$ Schlägen/ min morgens und $73,8 \pm 11,0$ Schlägen/ min nachmittags deutlich höher.

ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) verwendeten ebenfalls den Begriff der basalen Herzfrequenz, geben mit 76 ± 8 Schläge/ min als Wert ab dem 300. Trächtigkeitstag nur eine sehr ungenaue zeitliche Einordnung an.

Innerhalb der letzten elf Tage vor der Geburt konnte ein deutlicher zeitabhängiger Verlauf festgestellt werden mit einem kontinuierlichen Abfall der basalen Herzfrequenz auf den niedrigsten Wert an Tag 5/ 4 ante partum. Anschließend stiegen die Werte stetig auf $70,6 \pm 7,0$ Schlägen/ min morgens und $73,8 \pm 11,0$ Schlägen/ min nachmittags an Tag 1/ 0 vor der Geburt an. Dieser zeitliche Einfluss bestätigte sich als hochsignifikant.

Ein derartiger zeitlicher, hochsignifikanter Verlauf der basalen Herzfrequenz in den letzten elf Tagen vor der Geburt wurde für dem Pferdefetus noch nicht in der Literatur beschrieben, da bisher noch keine detaillierten Untersuchungen mit Verlaufsmessungen kurz vor der Geburt durchgeführt worden sind.

Als mögliche Erklärung für den Abfall bis zum Tag 5/ 4 ante partum könnte das Absinken der fetalen Herzfrequenz mit fortschreitender Graviditätslänge, verursacht durch die Ausreifung des vegetativen Nervensystems mit zunehmender Aktivität des Parasympathikus gelten. Diese Erscheinung wird von etlichen Autoren für den Pferdefetus beschrieben (HOLMES und DARKES, 1968; MITCHELL, 1973; FRASER et al., 1973; PARKES und COLLES, 1977; COLLES et al., 1978; BUSS et al., 1980; MEIER et al., 1983; MATSUI et al., 1984, 1985; PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; CURRAN und GINTHER, 1995; REEF et al., 1996).

Für den auf den 5/ 4. Tag vor der Geburt folgenden Anstieg der basalen Herzfrequenz liefert die Studie von ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) eine mögliche Erklärung. Letztgenannte Autoren stellten mittels transabdominaler Ultrasonographie fest, dass 5 bis 72 Stunden vor der Geburt die lebhafteste fetale Aktivität und eine gesteigerte Antwort der Herzfrequenz auf diese beobachtet werden konnte. FRASER et al. (1975) bemerkten 48 bis 72 Stunden vor der Geburt einen Aktivitätsanstieg, jedoch geht aus der Studie nicht hervor, inwieweit die gesteigerte Aktivität bis zur Geburt anhält oder nicht. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass in der eigenen Studie die fetale Bewegungsaktivität nicht direkt erfasst werden konnte, sondern nur Akzelerationen einen indirekten Beweis für fetale Bewegungen lieferten. Ein Anstieg in der Anzahl der Akzelerationen vor der Geburt konnte nicht festgestellt werden, womit diese Theorie als nicht zutreffend scheint. Dem entgegenzuhalten ist die Tatsache, dass nicht alle fetalen Bewegungen grundsätzlich mit Akzelerationen

vergesellschaftet sind (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1995). REEF et al. (1995) konnten ebenfalls keine Aktivitätssteigerung vor der Geburt feststellen, was die Autoren jedoch auf die geringe Zahl unmittelbar vor der Geburt untersuchter Stuten und des Fehlens von Langzeitmessungen zurückführten.

Es liegt nahe, anzunehmen, dass dieser Anstieg in den letzten drei Tagen der Trächtigkeit eine Vorbereitung auf oder eine Initialisierung der bevorstehenden Geburt darstellt. Feststeht, dass der finale Prozess der fetalen Reifung beim Pferdefetus sehr plötzlich und spät in der Gravidität im Vergleich zu anderen Tierarten auftritt und zwar erst innerhalb der letzten zwei bis drei Tage vor der Geburt (OUSEY, 2004). Nach CHALLIS et al. (1999) spielt die Ausreifung der fetalen Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren (HHN)-Achse und der damit verbundene Anstieg von ACTH und Cortisol eine große Rolle für das Eintreten der Geburt. In den letzten Wochen vor der Geburt befinden sich beim Pferd die fetalen Plasmakonzentrationen an ACTH und Cortisol auf einem sehr niedrigen Niveau und steigen erst unmittelbar pränatal an. SILVER und FOWDEN (1994) konnten anhand von Untersuchungen an katheterisierten Pferdefeten zeigen, dass sich die fetale Cortisolkonzentration erst innerhalb der letzten zwei bis drei Tage der Trächtigkeit erhöht. Dieser Cortisolanstieg induziert die funktionelle Reifung der fetalen Organsysteme für den Übergang vom intra- zum extrauterinen Leben (LIGGINS, 1994). Zwar wird eine cortisolbedingte Erhöhung des arteriellen Blutdrucks für den Pferdefetus in der Spätträchtigkeit beschrieben, jedoch wird dadurch laut GIUSSANI et al. (2005) kein Anstieg der Herzfrequenz hervorgerufen. Es muss jedoch hinzugefügt werden, dass in dieser Arbeit nur generell die Hochträchtigkeit und nicht der unmittelbare peripartale Zeitraum und somit auch nicht die letzten Tage vor der Geburt betrachtet wurden. Auch JONKER et al. (1994) sprachen einen möglichen Zusammenhang zwischen dem präpartalen Cortisolanstiegs und dessen Auswirkungen auf fetale Herzfrequenzmuster beim Rinderfetus an und forderten diesbezüglich weiterführende Untersuchungen.

Zusätzlich bedingt die Ausreifung der fetalen HHN-Achse einen Abfall der in der fetalen Nebenniere gebildeten Progestagene, welche für die Progesteronsynthese genutzt werden und den myometrialen Kontraktionsblock während der Trächtigkeit unterhalten. Somit findet auch im maternalen Organismus eine hormonelle

Umstellung statt, durch welche die uterine Ruhigstellung aufgehoben und somit die Kontraktionsbereitschaft des Myometriums ansteigt. Eine durch myometriale Kontraktionen hervorgerufene Erhöhung der fetalen Herzfrequenz wäre denkbar. In den Untersuchungen von HALUSKA et al. (1987) wurde jedoch gezeigt, dass bei Betrachtung der letzten sieben Tage der Trächtigkeit erst 24 Stunden ante partum eine merkliche Erhöhung der uterinen Aktivität auftrat und nicht bereits drei Tage vorher. Diese Studie wurde jedoch nur an zwei Probanden durchgeführt.

JONKER et al. (1993) konnten in ihren Untersuchungen am bovinen Fetus keinen Einfluss der myometrialen Aktivität auf die fetale Herzfrequenz feststellen. Für eine bessere Aussage müssten weiterführende Untersuchungen mit einer größeren Tierzahl und mit Erfassung der myometrialen Aktivität vorgenommen werden.

Inwiefern und in welchem Ausmaß der antepartale Cortisolanstieg und die gesteigerte Kontraktionsbereitschaft des Myometriums in den letzten drei Tagen mit der Erhöhung der fetalen basalen Herzfrequenz zusammenhängen, bedarf weiterführender Untersuchungen. Aufgrund fehlender Studien zur fetalen Herzrate in diesem unmittelbaren peripartalen Zeitraum konnte dieser festgestellte Verlauf nicht vergleichend diskutiert werden.

In den Untersuchungen von BREUKELMAN et al. (2006) an bovinen Feten verhielt sich die basale Herzfrequenz ab zwei Wochen bis zwei Tage vor der Geburt konstant, jedoch wurde in dieser Untersuchung den Tagen 0 und 1 vor der Geburt keine Beachtung geschenkt, da die Autoren einen Einfluss der Geburt auf die Werte ausschließen wollten. Dies impliziert, dass eine partusbedingte Beeinflussung auch von diesen Autoren angenommen wird.

Minimum der fetalen Herzfrequenz

Das festgestellte Minimum bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung bewegte sich morgens einem Bereich von $60,3 \pm 5,5$ bis $73,6 \pm 16,3$ Schlägen/min und nachmittags von $60,6 \pm 6,5$ und $71,3 \pm 14,3$ Schlägen/min. Diese Werte entsprechen den in bisherigen Studien beobachteten Werten, jedoch wurde häufig dieser Parameter nicht explizit und gesondert aufgeführt. Der hochsignifikante Verlauf in den letzten elf Tagen mit einem Absinken auf die niedrigsten Werte in diesem Zeitraum an Tag 5/ 4 und nachfolgendem kontinuierlichem Anstieg bis zur Geburt deckt sich mit den bereits erläuterten Beobachtungen bei der basalen Herzfrequenz. Als Erklärung werden die bereits erwähnten Vorgänge angenommen.

Maximum der fetalen Herzfrequenz

Aufgrund der kontinuierlichen Herzfrequenzregistrierung über 40 Minuten, welche neben Ruhe- auch Aktivitätsphasen des Fetus beinhaltete, wurden die ermittelten Maximalwerte durch letztgenannte bestimmt. Die Maxima schwankten zwischen $116,8 \pm 22,2$ und $143,6 \pm 26,5$ Schlägen/ min. REEF et al. (1995) gaben mit $82,0 \pm 11,0$ Schläge/ min ab dem 298. Trächtigkeitstag niedrigere Werte an, jedoch erfolgte die Messung erst nach und nicht während fetaler Bewegung mittels transabdominaler Ultrasonographie, da den Autoren zufolge die Messung während starker Bewegung nicht möglich war. BUCCA et al. (2005) beschäftigten sich unter anderem explizit mit der fetalen Herzfrequenz während Aktivitätsperioden. Ermittelt wurden für die letzten beiden Trächtigkeitsmonate Mittelwerte in Höhe von $90,7 \pm 16$ und $86 \pm 10,8$ Schläge/ min und somit ebenfalls niedrigere Werte, jedoch stellten auch jene Autoren die Schwierigkeit der Aufzeichnung während Aktivitätsphasen heraus.

Eine mögliche Erklärung der Unterschiede liefern die differenten Messtechniken. Beim transabdominalen Ultraschall muss das Herz für die Ermittlung der Frequenz im Schallfenster ständig visualisiert werden, was durch Bewegung des Fetus erschwert wird (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1995). Diese Problematik entfällt bei der elektrokardiographischen Untersuchung, da Potentialdifferenzen von der Körperoberfläche abgeleitet werden, sich der Aktionsradius des Fetus somit größer gestaltet und kontinuierliche Messungen möglich sind.

Ein statistisch belegbarer zeitlicher Verlauf ließ sich im Gegensatz zum Minimum und zur basalen Herzfrequenz nicht belegen.

Das Maximum der fetalen Herzfrequenz resultiert zumeist aus der Herzfrequenzantwort auf Bewegungen des Fetus und stellt somit den Scheitelpunkt von Akzelerationen dar. FRASER et al. (1975) bzw. ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) beobachteten drei Tage bzw. fünf bis 72 Stunden vor der Geburt einen Peak in der fetalen Aktivität, was folglich in höheren Maxima der Herzfrequenz resultieren müsste. Jedoch konnte in der eigenen Untersuchung keine derartige zeitliche Veränderung in den Maximalwerten der Herzrate festgestellt werden, auch REEF et al. (1995) konnten keine derartige erhöhte Herzfrequenzantwort zu den angegebenen Zeitpunkten feststellen.

Akzelerationen Typ I

Grundlage der Akzelerationen beim Pferdefetus bilden fetale Bewegungen und Aktivitäten, welche einen Anstieg der Herzfrequenz bewirken (MATSUI et al., 1985) und einen indirekten Beweis für einen bewegungsaktiven Fetus liefern. Studien an bovinen (JONKER et al., 1993, BREUKELMAN et al., 2006) ovinen (BOCKING et al., 2003) und porcinen Feten (COHEN et al., 1997) bestätigten dies ebenfalls.

Die Anzahl an Akzelerationen mit einer Mindestdauer von 30 Sekunden schwankte in den letzten elf antepartalen Tagen im geometrischen Mittel zwischen 4,3 (SF: 2,4) und 7,3 (SF: 1,5) Akzelerationen in 40 Minuten.

Orientierung für diesen Parameter war die von MATSUI et al. (1985) verwendete Definition einer Akzeleration. Jedoch wurden in der Arbeit keine Werte bezüglich der Anzahl angegeben. ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) sprachen als Richtwert von zehn derartigen Herzfrequenzbeschleunigungen innerhalb eines zehnminütigen Abschnittes, jedoch war nicht ersichtlich, was die Autoren als Akzeleration ansprachen, da eine Definition dieses Parameters fehlt. Die im Vergleich höheren Anzahlen lassen sich dadurch erklären, dass die Autoren auch weniger als 30 Sekunden dauernde Akzelerationen mitzählten und nicht angaben, ab welcher Frequenzerhöhung eine Akzeleration vorlag. Außerdem wird von den Autoren auch das Problem der Herzfrequenzerfassung während fetaler Bewegungen benannt.

Mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt traten keine statistisch signifikanten Änderungen auf die Anzahl bezogen auf. MATSUI et al. (1985) sprachen von einer Zunahme des Auftretens von derartigen Herzfrequenzbeschleunigungen mit fortschreitender Gravidität, jedoch lagen keine Angaben für den unmittelbaren antepartalen Zeitraum vor.

In der Annahme, dass fetale Bewegungen einen Anstieg der Herzrate als Reaktion hervorrufen, müssten laut FRASER et al. (1975) bzw. ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) drei Tage bzw. fünf bis 72 Stunden vor der Geburt mehr Akzelerationen auftreten, da die Autoren zu diesem Zeitpunkt einen Peak der fetalen Aktivität beobachteten. Dies war in der eigenen Untersuchung und jener von REEF et al. (1995) nicht der Fall. Jedoch muss angemerkt werden, dass nicht alle fetalen Bewegungen grundsätzlich mit Akzelerationen vergesellschaftet sind (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1995).

Auch BREUKELMAN et al. (2006) konnten für den bovinen Fetus keine Änderung der Anzahl mit Annäherung zur Geburt feststellen, die letzten zwei Tage vor der Geburt wurden jedoch nicht miteinbezogen. Im Gegensatz dazu wurde in der Studie von JONKER et al. (1994) an Rinderfeten auch der unmittelbare antepartale Zeitraum betrachtet. In den letzten zwei Tagen vor der Geburt verminderte sich die Anzahl an Akzelerationen und ein möglicher Einfluss des zeitgleich beobachteten Anstiegs des Plasmacortisolspiegels wurde diskutiert. Inwiefern sich auch der prozentuale Signalverlust der Aufzeichnungszeit zur Geburt hin veränderte, oder gar vergrößerte und damit die reduzierte Anzahl hervorrief, ist nicht erwähnt.

Das Vorliegen einer höheren Prozentfehlerzeit als Ausdruck der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit bedingt folglich auch eine geringere Anzahl zählbarer Akzelerationen. In weiterführenden Untersuchungen müsste die Anzahl an Akzelerationen in enger Korrelation zur Prozentfehlerzeit gesetzt werden. In den letzten 48 Stunden traten viermal Prozentfehlerzeiten über 50 % auf.

Die zur Vereinfachung durchgeführte Kategorisierung ergab am häufigsten das Vorhandensein von 6 bis 10 Akzelerationen Typ I. Es konnte eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Zeit“ festgestellt werden, was sich in einem nicht deckungsgleichen Verlauf in beiden Gruppen äußerte. In der zweiten Gruppe waren die zur Geburt hin öfter in eine niedrigere Kategorie eingeteilt worden, als bei den Feten unauffälliger Stuten, jedoch ist kritisch anzumerken, dass keine kombinierte Betrachtung der Prozentfehlerzeit erfolgte. Die absoluten Anzahlen wiesen keine derartigen Wechselwirkungen auf, so dass dieser nachgewiesenen Signifikanz kaum eine Bedeutung zugemessen werden sollte.

Amplitude der Akzelerationen Typ I

In den letzten elf Tagen der Trächtigkeit schwankte die Amplitude der Akzelerationen mit einer Mindestdauer von 30 Sekunden im Mittel morgens zwischen $28,2 \pm 9,7$ bis $37,9 \pm 14,1$ und nachmittags zwischen $29,3 \pm 6,4$ und $38,6 \pm 22,9$ Schlägen/ min über die basale Herzfrequenz bezogen auf alle Stuten der Verlaufsuntersuchung. Die Werte lagen folglich in dem von ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) angegebenen Bereich von 25 bis 40 Schlägen/ min für Akzelerationen. Nach MATSUI et al. (1985) variierte die Ausschlagshöhe relativ zwischen 10 und 108 % der basalen Herzfrequenz, absolute Angaben fehlen leider.

Keine Übereinstimmung konnte mit der von VAALA und SERTICH (1994) angegebenen Amplitude von 10 bis 25 Schlägen/ min gefunden werden. Nähere Angaben zu diesem Parameter lagen bei diesen Autoren jedoch nicht vor. Eine zeitabhängige, peripartale Veränderung der Amplitudenhöhe war statistisch nicht belegbar, ebenso wenig weitere Wechselwirkungen. Informationen diesbezüglich fehlen für den equinen Fetus in der Literatur.

Akzelerationen Typ II

Als Zusatzinformation wurde die Anzahl an Akzelerationen mit einer Mindestdauer von einer Minute bestimmt. Zwischen 2,0 (SF: 2,4) und 3,5 (SF: 2,1) Akzelerationen Typ II traten morgens und zwischen 1,6 (SF: 2,7) und 3,7 (SF: 1,8) nachmittags auf. Die festgestellte signifikante Wechselwirkung zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Messzeitpunkt äußerte sich folgendermaßen: In der Gruppe der unauffälligen Stuten konnten morgens weniger Akzelerationen als nachmittags registriert werden, wohingegen in der zweiten Gruppe öfters nachmittags weniger Akzelerationen vorkamen. Eine Überprüfung der jeweiligen Prozentfehlerzeiten in diesem Zusammenhang müsste erfolgen, da bei einem größeren Anteil nicht auswertbarer Zeit auch weniger Akzelerationen gezählt werden konnten. Zusätzlich wurde ein statistisch signifikanter Unterschied bei Betrachtung der Wechselwirkung „Gruppe x Zeit“ nachgewiesen. In beiden Stutengruppen war ein wellenförmiger Verlauf zu verzeichnen, mit Maxima an den Tagen 11/ 10 und 5/ 4 ante partum in Gruppe 1, wohingegen die Maxima in Gruppe 2 an den Tagen 9/ 8, 5/ 4 und 1/ 0 ante partum auftraten. Aufgrund fehlender bisheriger Studien zum equinen Fetus bleibt die Ursache für das Auftreten derartiger Verläufe unklar.

Die zur Übersichtlichkeit durchgeführte Einteilung in Kategorien ergab, dass am häufigsten zwei bis fünf dieser Herzfrequenzbeschleunigungen mit einer Mindestdauer von 1 Minute in 40 Minuten zu verzeichnen waren. Auch hier traten, wie bereits bei den absoluten Anzahlen signifikante Wechselwirkungen zwischen den Faktoren „Gruppe“ und „Zeit“, sowie „Gruppe“ und „Messzeitpunkt“ auf.

Eine weitere Vereinfachung könnte durch eine Zusammenfassung der Anzahl an Typ I und II Akzelerationen erzielt werden.

Dauer der längsten Akzeleration

In der Untersuchung dauerte die längste Akzeleration jeder Aufzeichnung im geometrischen Mittel morgens zwischen 2,47 (SF: 2,55) und 4,29 (SF: 2,46) Minuten, nachmittags zwischen 1,84 (SF: 2,68) und 4,28 (SF: 2,59) Minuten. In den Originaldaten wurden Dauern zwischen 0,6 und 23,6 Minuten verzeichnet, wobei sehr lange Akzelerationen nur selten beobachtet wurden. Signifikante Unterschiede im zeitlichen Verlauf und in Abhängigkeit von der Tageszeit traten nicht auf.

Die Spannbreite betrug bei MATSUI et al. (1985) zwischen 30 Sekunden und acht Minuten und war somit niedriger als in den eigenen Untersuchungen, jedoch betrug die Aufzeichnungsdauer in dieser Studie nur 20 Minuten. Weitere Informationen fehlen in der Literatur.

Dezelerationen

Transiente Dezelerationen wurden beim equinen Fetus mit der Geburt eines gefährdeten Neonaten bei klinisch auffälligen Patienten assoziiert (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1996). Ansonsten wurde diese Herzfrequenzalteration kaum in Verbindung mit dem equinen Fetus genannt.

In der Humanmedizin wird das Vorhandensein dieser Erscheinungen ebenfalls als negativ bzw. ungünstig bewertet. In den eigenen Untersuchungen traten zu keinem Zeitpunkt Dezelerationen auf, obwohl auch im Giessener Vorsorgeschema durchaus als gefährdet eingestufte Fohlen geboren wurden. In der Untersuchung von ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) wiesen einige Feten der 17 klinisch auffälligen Stuten (Kolik, vorzeitige Euteranbildung, Vaginalausfluss) fetale Dezelerationen auf. Letztgenannte Autoren assoziierten das Auftreten von Dezelerationen mit der Geburt eines gefährdeten Fohlens. Eine mögliche Erklärung für das fehlende Auftreten in der eigenen Untersuchung ist ein tatsächliches Fehlen derartiger Erscheinungen. Auch BREUKELMAN et al. (2006) konnten beim Rinderfetus keine Dezelerationen detektieren.

Rhythmus

Es konnten keine auffälligen Rhythmusabweichungen bei den Feten festgestellt werden. Dies entspricht der Beobachtung vieler Autoren (NÖRR, 1921; HOLMES und DARKE, 1968; PARKES und COLLES, 1977; REEF et al., 1995, 1996; BUCCA et al., 2005, YAMAMOTO et al., 1992). Arrhythmien wurden bisher meist bei später

abotieren Feten beobachtet (FRASER et al., 1971; PARKES und COLLES, 1977; COLLES et al., 1978). Jedoch ließ die Technik aus bereits erwähnten Gründen keine exakte Rhythmusbeurteilung zu.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in den letzten elf Tagen der Trächtigkeit nur die Parameter „basale Herzfrequenz“ und „Minimum“ eine signifikante Veränderung mit Annäherung an die Geburt zeigten. Dies äußerte sich in einem Abfall bis zum 5./ 4. Tag ante partum und einem nachfolgenden kontinuierlichen Anstieg bis zur Geburt.

5.3.2.2 Beurteilung der Neonaten

Giessener Vorsorgeschema I und II

Die Betrachtung der Ergebnisse des Giessener Vorsorgeschemas I erbrachte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne Komplikationen während der Trächtigkeit. Die zwei gefährdeten Neonaten aus der Gruppe der unauffälligen Trächtigkeiten wiesen bis 60 Minuten nach der Geburt Defizite beim Aufstehen und im Stehvermögen auf, die beiden hochgradig gefährdeten Neonaten aus der anderen Gruppe verfügten über deutlich ausgeprägtere Probleme bezüglich Atmung und Stehvermögen. Erwähnt werden muss, dass die beiden hochgradig gefährdeten Fohlen aufgrund starker Koliksymptome der Muttertiere vor dem errechneten Geburtstermin (Fohlen Nummer 23: 10. Trächtigkeitsmonat, Fohlen Nummer 13: 324. Trächtigkeitstag) und somit prämaturn geboren wurden. Koliken können nach VAALA und SERTICH (1994) unter anderem zu einer gestörten uteroplazentaren Perfusion und zu einer Endotoxämie führen, was einen Prostaglandin vermittelten Abort oder eine Frühgeburt zur Folge haben kann.

Alle anderen Stuten aus der Gruppe der Risikoträchtigkeiten zeigten nach Vorstellung aufgrund von Komplikationen bis zur Geburt keine Auffälligkeiten mehr, wodurch sich der fehlende Unterschied erklären lässt.

Zwar birgt eine gestörte Trächtigkeit ein höheres Risiko für Totgeburten, Geburten prämaturner Fohlen oder für Abnormalitäten in der neonatalen Phase (BUCCA, 2006), jedoch gingen auch in den Untersuchungen von ADAMS-BRENDEMUEHL und

PIPERS (1987), REEF et al. (1996) und REIMER (1997) aus Trächtigkeiten mit Komplikationen normale Fohlen hervor.

Anders verhielt es sich mit der Beurteilung der Fohlen zwischen der sechsten und 24. Lebensstunde (Giessener Vorsorgeschema II), wo sich die Gruppen signifikant unterschieden. Mit einem Anteil von 40 % entwickelten sich weniger Fohlen aus der Gruppe mit Komplikationen in der Trächtigkeit normal im Vergleich zu 94 % in der unauffälligen Gruppe. In der erstgenannten Gruppe mussten vier der zehn beurteilten Neonaten als gefährdet und sogar zwei Tiere als hochgradig gefährdet eingestuft werden. Bei diesen hochgradig gefährdeten Fohlen handelte es sich um die beiden prämaturen Neonaten. Fohlen Nummer 13 wies ein reduziertes Stehvermögen, eine Hypothermie, einen verzögerten Mekoniumabgang und fehlenden Kontakt zum Muttertier auf. Bei Fohlen Nummer 23 wurden neben fehlendem Stehvermögen Störungen in Thermoregulation, Harn- und Kotabsatz und im Bereich der Atmung festgestellt.

Zwei der vier als gefährdet eingestuften Fohlen wurden aufgrund eines gestörten Kotabsatzes im Sinne einer Mekoniumobstipation trotz prophylaktischer postnataler Klistiergabe derartig bewertet. Die zwei anderen Fohlen zeigten jeweils hypotherme Körpertemperaturen, wobei ein Fohlen hypotroph geboren worden war.

Inwiefern das Auftreten von Mekoniumobstipationen mit dem Vorliegen von Komplikationen während der Trächtigkeit in Zusammenhang gebracht werden kann, ist in Frage zu stellen. Bei den betroffenen Fohlen handelt es sich auch um Hengstfohlen, welche ätiologisch gesehen eine höhere Krankheitsprädisposition aufweisen (MCCUE, 2006).

Bei der kombinierten Betrachtung der Ergebnisse des Giessener Vorsorgeschemas I und II lässt sich feststellen, dass in der Gruppe ohne Auffälligkeiten sowohl alle 14 nach dem Vorsorgeschema I als vital eingestuften Fohlen, sowie eines der gefährdeten Tiere sich im Schema II als normal entwickelt präsentierten. Nur ein Fohlen musste erneut als gefährdet eingestuft werden.

Bei den Neonaten aus der Gruppe mit Komplikationen während der Trächtigkeit konnten nur 50 % der im Vorsorgeschema I als vital beurteilten Tiere auch im zweiten Schema als normal entwickelt eingestuft werden. Die restlichen 50 % verschlechterten sich auf die Stufe von gefährdeten Fohlen. Die Gründe sind bereits oben im Einzelnen erwähnt. Die nach sechs Lebensstunden als hochgradig

gefährdet benannten Fohlen waren dies auch noch nach 24 Stunden, was sich jedoch durch die vorhandene Prä maturität erklären lässt.

Obwohl sich die antepartalen fetalen Parameter der Tiere mit einer Risikoträchtigkeit nicht von den Stuten ohne Auffälligkeiten unterschieden, wurden gefährdete Neonaten geboren. Auch bei ADAMS-BRENDEMUHEL und PIPERS (1987) erschienen Feten bei der Beurteilung gewisser Herzfrequenzparameter intrauterin gesund und vital, und präsentierten sich nach der Geburt nicht physiologisch. Die Autoren fordern daher zusätzliche Messungen und Erhebungen, um diese Fehlerquelle zu umgehen. Diese Forderung setzten REEF et al. (1996) durch Entwicklung eines biophysikalischen Profils mit zusätzlich erhobenen Parametern um, doch auch hier war das Erreichen einer hohen Punktzahl keine Sicherheit für die Geburt eines vitalen Fohlens.

Segmentaler Untersuchungsgang

Insgesamt wiesen zehn (38 %) von den 26 untersuchten Fohlen Auffälligkeiten bei der segmentalen Untersuchung auf, wobei in 70 % der Fälle Abweichungen im Bewegungsapparat, wie beispielsweise Hyperextension oder Verkürzung der Beugesehnen, auftraten. Betroffen waren vier Neonaten (25 %) aus unauffälligen Stuten und sechs Neonaten (60 %) aus Tieren mit Komplikationen während der Trächtigkeit. In letztgenannter Gruppe liegt der höhere Anteil auch an den beiden unreifen Neonaten mit prä maturitätsbedingten, internistischen Auffälligkeiten wie beispielsweise einer unvollständig belüftete Lunge, gestörtem Allgemeinbefinden und reduziertem Saugreflex.

Das Vorkommen von Fehlstellung beim Neonaten wird in der Literatur nicht selten beobachtet (AUER, 2006).

Schicksal post natum

Nahezu alle (88%) aus ungestörten Trächtigkeiten hervorgegangenen Neonaten konnten unmittelbar nach der Geburt gesund nach Hause entlassen werden, ein Fohlen entwickelte eine Lungensymptomatik, konnte jedoch nach Therapie ebenfalls gesund entlassen werden. Ein Fohlen musste aufgrund einer durch die Mutterstute verursachten Trittverletzung mit Fraktur eingeschläfert werden.

In der Gruppe mit Komplikationen während der Gravidität konnten nur fünf (42 %) Fohlen sofort nach der Geburt gesund nach Hause entlassen werden, was bedeutet,

dass deutlich mehr Tiere nach der Geburt als nicht gesund beurteilt werden mussten. Der Unterschied zwischen den Gruppen erwies sich als statistisch knapp nicht signifikant. Zwei Tiere mussten aufgrund einer Mekoniumobstipation länger in der Klinik verweilen (Beurteilung „gefährdet“ im GV II), konnten jedoch später nach konservativer Therapie als gesund entlassen werden. Ein deutlicher höherer Anteil an Tieren, welche postnatal verstarben (17 %) bzw. euthanasiert (25 %) werden mussten lag im Vergleich zur unauffälligen Gruppe vor. Der hohe Euthanasieanteil liegt in der Tatsache begründet, dass neben den beiden prämaturnen Fohlen (Beurteilung „hochgradig gefährdet“ im GV II) auch ein im 10. Monat abortierter, und somit nicht lebensfähiger Fetus eingeschläfert werden musste. Desweiteren verstarb der per Kaiserschnitt entwickelte Neonat nach gescheiterter Reanimation.

Ein Fohlen aus einer Stute mit einer hochgradig fiebrigen Allgemeininfektion am 15. Tag vor der Geburt erkrankte am zweiten Lebenstag an einer durch Clostridien bedingten, blutig-wässrigen Diarrhoe und verstarb perakut kurze Zeit später. Das Fohlen war wie alle anderen Neonaten postnatal mit einem Paraimmunitätsinducer (Zylexis[®]) versorgt worden und im Vorsorgeschema I als vital beurteilt worden, verschlechterte sich jedoch schon innerhalb der ersten 24 Stunden und musste im zweiten Vorsorgeschema bereits aufgrund von Hypothermie als gefährdet eingestuft werden. Das Fohlen war bereits bei der segmentalen Untersuchung durch einen relativ schwachen Saugreflex aufgefallen, jedoch lag nach Kontrolle mittels SNAP-Test keine Hypogammaglobulinämie vor. Inwiefern die Erkrankung der Stute einen Einfluss auf das Auftreten von Erkrankung und Versterbens des Fohlens hatte, lässt sich aufgrund dieses Einzelfalls nicht klären. Auch REEF et al. (1996) berichteten von einem Fohlen, welches bei der letzten antepartalen Untersuchung und auch bei der Geburt unauffällig war, am dritten Lebenstag jedoch eine durch Clostridium perfringens verursachte hämorrhagische Enteritis entwickelte und daraufhin verstarb.

5.3.3 Zusammenhang zwischen den fetalen Parametern und den Ergebnissen der Giessener Vorsorgeschemata

Besonderes Augenmerk wurde auf die Tage 8/ 7 und 1/ 0 ante partum gelegt, um zwei Beobachtungszeiträume im unmittelbaren antepartalen Zeitraum vorweisen zu können. Als Parameter wurden die basale Herzfrequenz, die Anzahl an Akzelerationen Typ I und deren Amplitude ausgewählt, da diese Parameter nach

ADAMS-BRENDEMUEHL (1990) geeignet sind, das fetale Wohlbefinden beurteilen zu können. In der Humanmedizin werden diese Parameter in Form des Non-Stress-Testes zur routinemäßigen Beurteilung des Fetus verwendet. Grundgedanke ist laut BOCKING (2003), dass Akzelerationen als Reaktion auf Bewegungen auf einen genügend mit Sauerstoff versorgten und gesunden Fetus hindeuten.

ADAMS-BRENDEMUEHL (1990) gaben Referenzwerte für ein als normal eingestuftes Reaktionsmuster im Non-Stress-Test beim equinen Fetus an, jedoch fehlen jegliche Angaben zum Gestationsalter, auf die sich diese Angaben beziehen.

Die als vital beurteilten Neonaten wiesen an Tag 8/ 7 a. p. eine basale Herzfrequenz von $67,0 \pm 4,7$ Schlägen/ min, 6,2 (SF: 1,7) Akzelerationen im geometrischen Mittel mit einer mittleren Amplitude von $32,7 \pm 12,3$ Schlägen/ min auf. Der als gefährdet beurteilte Neonat wies in allen drei Parametern niedrigere Werte auf, jedoch muss das Ergebnis aufgrund der zu geringen Tierzahl vorsichtig betrachtet werden.

An Tag 1/ 0 ante partum wiesen der gefährdete und hochgradig gefährdete Neonat eine niedrigere basale Herzfrequenz als die vitalen Fohlen auf. Es traten stets Akzelerationen auf, welche auch in ihrer Anzahl nicht geringer als bei den übrigen Fohlen war, so dass keine der in der Literatur beschriebenen Hinweise für einen gefährdeten Fetus vorlagen. Als Hinweis für einen gefährdeten, nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgten Fetus wurde eine reduzierte Anzahl oder ein Fehlen von Akzelerationen (BOCKING, 2003; PALMER 2007) angesehen. Die niedrigere basale Herzfrequenz des als gefährdet und hochgradig gefährdet beurteilten Fohlens an den Tagen 8/ 7 und 1/ 0 ante partum entsprachen keiner Bradykardie, da sie über den von REEF et al (1996) und MCGLADDERY (1999) angegebenen Referenzwerten für eine Bradykardie, wie sie bei gefährdeten Feten in verschiedenen Studien beobachtet wurde, lag. Somit konnte in der eigenen Untersuchung von einer normalen basalen Herzfrequenz ausgegangen werden. Desweiteren sahen REEF et al. (1996) ein Ausbleiben von Akzelerationen als sensibleres Anzeichen für fetalen Stress an, als Veränderungen in der basalen Herzfrequenz.

Insgesamt können jedoch aufgrund der zu geringen Tierzahl in den Kategorien „gefährdet“ und „hochgradig gefährdet“ keine aussagekräftigen Schlüsse gezogen werden.

Bei Gegenüberstellung der Ergebnisse des zweiten Vorsorgeschemas mit den erhobenen Parametern der Tage 8/ 7 und 1/ 0 ante partum wiesen die gefährdeten Neonaten höhere basale Herzfrequenzen und zum Teil mehr Akzelerationen mit

einer höheren Amplitude als die vitalen Tiere auf. Man muss jedoch kritisch anmerken, dass das Giessener Vorsorgeschema II einen sehr weiten zeitlichen postnatalen Zeitraum betrachtet. Hier als gefährdet eingestufte Neonaten präsentierten sich bei der Beurteilung nach dem ersten Vorsorgeschema noch als vital. Somit beinhalteten die Werte der Tage 8/ 7 und 1/ 0 für gefährdete Fohlen auch jene Werte der ursprünglich (Giessener Vorsorgeschema I) als vital eingestuften Fohlen. Außerdem lagen nur sehr geringe Fallzahlen für im zweiten Vorsorgeschema als gefährdet eingestufte Neonaten vor. Aufgrund der niedrigen Tierzahl konnte keine sinnvolle statistische Überprüfung erfolgen.

Eine Sonderstellung nimmt das Stuten-Fetuspaar mit der Nummer 15 ein. Die Stute erkrankte am 15. und 14. Tag vor der Geburt an einer fieberhaften, systemischen Allgemeininfektion mit Temperaturen in Höhe von 39,2 und 39,6 °C und mittleren maternalen Herzfrequenzen von ca. 55 und 64 Schlägen/ min. Bei einer am 14. Tage ante partum durchgeführten fetalen Aufzeichnung wurden morgens und nachmittags basale Herzfrequenzen von 115 und 108 Schlägen/ min festgestellt, sowie ein Minimum von 110 und 105 Schlägen/ min. Diese Werte liegen eindeutig über den für das entsprechende Trächtigkeitsstadium angegebenen Referenzwerten und sind als Tachykardie zu werten (REEF et al., 1996). Als Ursache für tachykarde fetale Herzfrequenzen sind in der Literatur unter anderem Fieber, Dehydratation, Schmerzen und Infektionen anzusehen (SCHOTT, 1993; ESTILL, 2006), was sich mit dem vorliegenden Zustand der Stute während der Messung deckt.

Akzelerationen wurden beobachtet, jedoch traten nur drei bzw. eine Akzeleration in 40 Minuten auf (Prozentfehlerzeit < 5 %). In verschiedenen Arbeiten wird hervorgehoben, dass fetale Tachykardien ohne fetale Aktivität als pathologisch anzusehen sind (PALMER, 2007; ESTILL, 2006). Bei der nächsten fetalen Messung am 12. Tag waren sowohl die mütterliche Temperatur und Herzfrequenz wieder im Normbereich und auch im weiteren Trächtigkeitsverlauf bis zur Geburt bewegten sich die Werte in Bereichen wie bei den anderen Feten. Nach der Geburt präsentierte sich der Neonat bis zur 6. Lebensstunde vital, ab der 6. bis zur 24. Lebensstunde musste das Fohlen jedoch als gefährdet eingestuft werden und verstarb perakut am 3. Lebenstag an einer blutig-wässrigen Diarrhoe mit Clostridienbeteiligung. Inwiefern die Erkrankung des Muttertieres mit den entsprechenden Abweichungen der fetalen Parameter am 15./ 14. Tag vor der Geburt einen Einfluss auf die Entwicklung des

Fetus hatten und inwiefern die Abweichungen trotz der nachfolgenden Normalisierung der Parameter als Indikator für den später als gefährdet eingestuften Neonaten anzusehen sind, ist aufgrund des Einzelfalls und aufgrund fehlender Verlaufsstudien in der Literatur in derartigen Fällen schwierig zu interpretieren. MCGLADDERY (1999) gab an, dass bei einem bewegungsinaktiven Fetus mit einer Pulsrate von über 100 Schlägen/ min in der Spätgravidität mit einer Abnormalität zu rechnen war, was sich in gewissem Maße als bestätigt erwiesen hat.

Insgesamt war es somit aufgrund der vorhandenen Ergebnisse nicht möglich, anhand der Parameter an den beiden gewählten Untersuchungszeitpunkten einen klaren Hinweis auf die Geburt nicht vitaler Fohlen zu erhalten. Es standen jedoch zu wenige gefährdete Feten zur Verfügung. Weiterführende Untersuchungen mit höheren Tierzahlen sind daher erforderlich. Auch in den Studien von ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) und REEF et al. (1996) brachten Stuten mit vorberichtlichen Komplikationen während der Trächtigkeit wie Torsio uteri, Kolik oder Vaginalausfluss gesunde und normale Fohlen zur Welt.

5.3.4 Vergleich der Parameter der rohen und korrigierten fetalen Elektrokardiogramme

Bei der Gegenüberstellung der Parameter aus den unkorrigierten, sofort nach der Aufzeichnung ausgewerteten fetalen Elektrokardiogrammen und aus den nachträglich bearbeiteten und optimierten Aufzeichnungen konnten keinerlei statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden. Somit wurde bestätigt, dass für einen aussagekräftigen Überblick über das fetale Herzfrequenzmuster auf das zeit- und arbeitsaufwendige Korrigieren der Elektrokardiogramme verzichtet werden kann und somit das Gerät in einem weiteren Punkt als praxistauglich eingestuft werden kann. Bei den unkorrigierten fetalen EKGS lagen zwar schlechtere Prozentfehlerzeiten vor, jedoch scheint dies keine großen Auswirkungen auf die Aussagekraft zu besitzen. Natürlich sollte für die Erhebung exakter Daten eine Korrektur vorgenommen werden, ein grober Überblick ist aber ohne weiteres ohne Bearbeitung möglich.

Bei ruhigem Verhalten der Stuten erscheinen Aufzeichnungsdauern von 20 Minuten, bei unruhigen Stuten etwas längere Aufzeichnungen ausreichend für eine Beurteilung. Insgesamt sollten 20 Minuten der Aufzeichnung auswertbar sein.

5.3.5 Zusammenhang zwischen fetaler und maternaler Herzfrequenz

Es konnte keine Korrelation zwischen Stute und Fetus festgestellt werden. Auch KANAGAWA et al. (1967), HOLMES und DARKE (1968) und COLLES et al. (1978) verneinten eine Korrelation zwischen fetaler und maternaler Herzfrequenz. In den Untersuchungen beider letztgenannter Autorengruppen führte eine Beschleunigung des Pulses der Stute bei Aufregung oder Nervosität zu keinem Anstieg der Frequenz des Fetus.

5.3.6 Einzeluntersuchung

Grundsätzlich ist anzumerken, dass bei allen neun untersuchten Stuten elektrokardiographisch eine fetale Herzaktion dargestellt werden konnte, durch eine vorherige rektale/ vaginale Untersuchung konnten jedoch bei vier der neun Stuten (44 %) weder spontan noch nach digitaler Provokation fetale Fruchtbewegungen detektiert werden. Eine der untersuchten, kolikenden Stuten (Tier 22), vorberichtlich 354 Tage nach der letzten Besamung, befand sich basierend auf den Ergebnissen der manuellen vaginalen Untersuchung in der Geburt.

Die Problematik des Vitalitätsnachweises bei rektaler bzw. vaginaler Untersuchung bei Ausbleiben von Fruchtbewegungen und Reaktion auf digitale Provokation stellen ein zentrales Problem dar, da ein Fohlen ohne auslösbare Reflexantwort nicht zwangsläufig tot ist.

Bedingt durch die physiologisch vorkommenden Inaktivitätsphasen mit einer möglichen Dauer von bis zu einer Stunde und fehlende Bewegungsreaktion auf Provokation stellt die rektale Untersuchung laut PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984), JONKER (2004), ESTILL (2006) und PALMER (2007) eine häufig unbefriedigende Untersuchungstechnik dar. Desweiteren ermöglicht die rektale Palpation auch nicht, zwischen einem normalen und einem gefährdeten Fetus zu differenzieren und ist daher als nicht sensitive Methode anzusehen (SCHOTT, 1993).

Die Aufzeichnungszeiten schwankten bei den aufgrund von Komplikationen vorgestellten Stuten stark, und zwar zwischen 6 und 20 Minuten, so dass die Interpretation schwierig ausfällt. Alle unauffälligen Tiere konnten 40 Minuten untersucht werden.

Drei der vier Feten der unauffälligen Stuten bewegten sich mit ihren basalen Herzfrequenzen in den angegebenen Wertebereichen der entsprechenden Trächtigkeitsstadien (KANAGAWA et al., 1967; HOLMES und DARKE, 1968; PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL, 1984; BUCCA et al., 2005). Als zusätzliche Information wurden drei bzw. sechs Akzelerationen gezählt. Zwei dieser Tiere brachten vitale Fohlen hervor, beim dritten Fohlen fehlen wegen der Geburt im heimatlichen Stall genauere Angaben. Die vierte Stute wies im Vergleich zu den in der Literatur angegebenen Werten mit einer basalen Herzfrequenz von 83 Schlägen/min (78 – 137 Schläge/min) für den 333. Trächtigkeitstag eine höhere Frequenz als die meisten Autoren angeben (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1996; BUCCA et al., 2005, 2007). Dieses Fohlen musste später als gefährdet beurteilt werden. Ein möglichen Zusammenhang ist fraglich, da es sich um einen Einzelfall handelte und auch neun Akzelerationen beobachtet werden konnten.

Bei den vier Stuten mit Koliksymptomen lagen die fetalen Frequenzen zwar noch in angegebenen Spannen aus der Literatur, jedoch im oberen Bereich. Während der Untersuchung lagen unterschiedlich stark ausgeprägte Koliksymptome vor. Nach REEF et al. (1996) führen schmerzhafte Vorgänge im maternalen Organismus wie zum Beispiel Kolik zu erhöhten fetalen Herzraten. Die Feten zweier Stuten (Nr. 23, 28) zeigten keine Akzelerationen während acht bzw. zwanzig Minuten Aufzeichnungsdauer. Beide Fohlen wurden aufgrund von starker Koliksymptomatik sowie nach abdominalchirurgischem Eingriff (Tier 28) weit vor dem errechneten Termin prämaturn geboren. Ein Neonat wurde sofort nach der Geburt euthanasiert, das andere, in den Vorsorgeschemata als hochgradig gefährdet eingestufte Fohlen am zweiten Lebenstag.

Die Interpretation der Werte gestaltet sich aufgrund der relativ kurzen Untersuchungszeit schwierig. Ein Fehlen von Akzelerationen deutet laut BOCKING (2003) auf einen nicht mit genügend Sauerstoff versorgten und nicht gesunden Fetus hin. Eine Kolik bzw. ein abdominalchirurgischer Eingriff unter Allgemeinanästhesie kann laut VAALA und SERTICH (1994) unter anderem zu einer gestörten uteroplazentaren Perfusion und einem Prostaglandin vermittelten Abort führen. Davon ist bei diesen beiden Stuten auszugehen.

Die beiden anderen Stuten konnten trotz Kolik zwei vitale Hengstfohlen zur Welt bringen. Zum Untersuchungszeitpunkt wies der Fetus der Stute Nummer 25 mit 102 Schlägen/min als basale Herzfrequenz eine für den 308. Trächtigkeitstag deutlich

erhöhte Herzfrequenz auf. Die Erhöhung der Herzfrequenz ist wiederum auf die durch Kolik verursachten Schmerzen der Stute zurückzuführen (REEF et al., 1996). Jedoch konnte eine Akzeleration innerhalb von sechs Minuten gezählt werden. Ob die Anzahl als zu gering zu werten ist, kann aufgrund fehlender Referenzwerte für einen derartig kurzen Untersuchungszeitraum nicht geklärt werden. Die Stute wurde zu einem späteren Zeitpunkt zur Geburtsüberwachung in die Klinik und in die Verlaufsuntersuchung aufgenommen. Dort präsentierten sich die fetalen Werte wieder in normalen Bereichen.

Bei der anderen Stute mit Koliksymptomen konnte keine basale fetale Herzfrequenz und folglich keine Akzelerationen definiert werden, da kein über zwei Minuten stabiles Segment bei der Aufzeichnung vorlag. Die Frequenz bewegte sich jedoch zwischen 62 und 100 Schlägen/ min und lag dementsprechend im von HOLMES und DARKE (1968) angegebenen Bereich. Das Minimum deckt sich mit den Angaben vieler Autoren (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS, 1987; REEF et al., 1996; BUCCA et al., 2005, 2007). Insgesamt wies die Herzfrequenz eine von den Autoren beschriebene Variabilität auf.

Besonderes Augenmerk sollte auf die in der Geburt befindliche, kolikende Stute gelegt werden. Die fetale Herzfrequenz von 97 bis 168 Schlägen/ min ohne nachgewiesene fetale Aktivität mit einer Basalfrequenz von 109 Schlägen/ min bei einer Aufzeichnungsdauer von 24,2 Minuten muss in Anlehnung an die Angaben in der Literatur als tachykard eingestuft werden. Nach MCGLADDERY (1999) wurde ein bewegungsinaktiver Fetus mit einer Pulsrate von über 100 Schlägen/ min in der Spätgravidität als pathologisch beurteilt. REEF et al. (1996) sahen Werte von über 104 Schlägen/ min ab dem 298. Trächtigkeitstag als pathologisch erhöht an. In einer Untersuchung an einer Stute in der Geburt konnte mit 66 Schlägen/ min im ersten Stadium der Geburt eine weitaus niedrigere fetale Frequenz festgestellt werden (TOO et al., 1967).

Anhaltende Tachykardien ohne fetale Aktivität, wie auch in diesem Fall vorliegend, deuten laut PALMER (2007) auf Komplikationen hin. Sie wurden ebenfalls von ESTILL (2006) als pathologisch angesehen. Nach REEF et al. (1996) stellt eine merklich erhöhte fetale Herzfrequenz einen Indikator für fetalen Stress dar und kann durch schmerzhaftes, systemische Vorgänge im mütterlichen Organismus, wie zum Beispiel durch das Auftreten von Koliken, wie bei der Stute vorliegend, hervorgerufen werden.

Im weiteren Verlauf war bedingt durch eine fehlerhafte, nicht zu korrigierende Haltung des Fohlens ein Auszug per vias naturales nicht möglich. Aufgrund des positiven Vitalitätsbeweises mittels der fetalen Elektrokardiographie wurde gegen eine Fetotomie entschieden und ein Kaiserschnitt durchgeführt.

Das Fohlen wurde mit nachweisbarer positiver Herzaktion entwickelt, eine Reanimation mittels Thoraxmassage, Sauerstoffinsufflation und Doxapramgabe als Atemstimulans musste jedoch nach 15 Minuten erfolglos abgebrochen werden. Anzunehmen ist, dass die Zeitspanne zwischen Auftreten der Kolik bis hin zum Kaiserschnitt zu lang war.

Durch diesen Fall konnte gezeigt werden, dass nur die fetale Herzaktion als sicherer Parameter zur richtigen Beurteilung der Vitalität geeignet ist, und deren Nachweis und Betrachtung geburtshilfliche Fehlentscheidungen vermeiden kann.

5.4 Schlussbetrachtung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das in der Studie verwendete telemetrische, ambulante EKG-Gerät eine vorteilhafte Weiterentwicklung der bereits bekannten Methode der fetalen Elektrokardiographie darstellt. Aufgrund der Möglichkeit, die fetale Herzaktion herauszufiltern und getrennt darzustellen, hat sich dieses Gerät und die Methodik als praxistauglich erwiesen. Auch die Interpretation wurde durch die separate Darstellung der fetalen Herzaktion und die Möglichkeit der Herzfrequenzbestimmung durch R-Zackendetektion, sowie der Darstellung im zeitlichen Verlauf deutlich vereinfacht und verbessert.

Zusätzlich wird die Praxistauglichkeit durch die unter Feldbedingungen leicht durchzuführende Untersuchung, sowie durch den geringen apparativen und finanziellen Aufwand und durch die Möglichkeit der Anfertigung von Langzeitaufnahmen im Vergleich zur ultrasonographischen Untersuchung unterstrichen. Dieses nichtinvasive Verfahren, welches ohne personellen Aufwand möglich ist, liefert ohne Beunruhigung der Stuten Auskünfte über den fetalen Gesundheitszustand und erlaubt eine objektive Aussage über die Vitalität des Fetus. Die hier vorgestellte Methode stellt einen absoluten Vorteil gegenüber der bisher als Standardmethode verwendeten transrektalen Palpation zur Detektion von Fruchtbewegungen dar, da die Problematik der falschnegativen Aussage bei fehlender fetaler Bewegung umgangen wird.

Der auf fetaler Seite festgestellte Verlauf der fetalen basalen Herzfrequenz mit dem beobachteten Anstieg in den letzten drei Tagen vor der Geburt sollte in weiterführenden Untersuchungen auf die Eignung zur Geburtsvorhersage überprüft werden.

In weiteren Untersuchungen muss die prognostische Aussagekraft der erhobenen fetalen Herzfrequenzparameter näher untersucht werden.

6 Zusammenfassung

Die Erfassung und Überwachung der Vitalität des Fetus stellt seit vielen Jahren in der Humanmedizin einen zentralen Punkt in der Routineuntersuchung während der Schwangerschaft dar. In der equinen Reproduktionsmedizin gestaltet es sich bisher aufgrund des Mangels an praxistauglichen Methoden schwierig, Aussagen über Vitalität und Wohlbefinden des Fetus zu erlangen. Eine praxistaugliche Detektion von Risikograviditäten aus Sicht des equinen Fetus wäre wünschenswert, um gegebenenfalls Maßnahmen zu ergreifen.

In der Literatur ist in einigen Studien die Verwendung des fetalen Elektrokardiogramms bei der trächtigen Stute beschrieben, jedoch stellen der apparative Aufwand und Schwierigkeiten bei der Interpretation und Detektion der fetalen Ausschläge eine Einschränkung dar. Desweiteren liegen nur wenig ausführliche Daten zu ungestörten Trächtigkeiten und Risikograviditäten im unmittelbaren antepartalen Zeitraum vor.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Methodik der fetalen Elektrokardiographie mittels eines telemetrischen, ambulanten EKG-Gerätes als Überwachungsmöglichkeit für Stuten in der Hochträchtigkeit zu etablieren und damit erste Daten für die maternale und fetale Herzfrequenzparameter zu erheben. Ferner wurde überprüft, inwiefern das Vorliegen von Komplikationen während der Trächtigkeit, die zeitliche Annäherung an den Geburtstermin und die Tageszeit die fetalen und maternalen Parameter beeinflussen.

Dazu wurden 29 hochträchtige und 15 ingravide Stuten elektrokardiographisch untersucht. Die trächtigen Tiere wurden unter Berücksichtigung des Vorstellungsgrundes und der Anzahl der durchführbaren Untersuchungen in drei Gruppen aufgeteilt.

Die ersten beiden Gruppen bildeten insgesamt 21 Stuten, die zur Geburtsüberwachung in die Klinik aufgestellt und somit im Rahmen einer Verlaufsuntersuchung wiederholt untersucht wurden. Bei den 13 Tieren aus Gruppe 1 lagen vorberichtlich keine Komplikationen während der Gravidität vor, wohingegen die acht Stuten der Gruppe 2 aufgrund von aktuellen Auffälligkeiten wie Kolik ante partum, fieberhafter systemischer Erkrankung, post abdominalchirurgischem Eingriff vorgestellt und als risikoträchtig eingestuft wurden. In der dritten Gruppe befanden

sich neun Tiere, welche aufgrund einer poliklinischen Vorstellung nur für eine einmalige fetale Messung zur Verfügung standen. Vier dieser Stuten hatten einen unauffälligen Trächtigkeitsverlauf (Gruppe 3.1), vier Tiere wurden aufgrund von Kolik ante partum vorgestellt (Gruppe 3.2) und ein Tier befand sich zum Zeitpunkt der Untersuchung in der Geburt.

Für die elektrokardiographischen Untersuchungen wurde das ambulante, telemetrisch arbeitenden EKG-Gerät Televet 100 (KRUUSE, Marslev, Danmark) mit der zugehörigen Software Televet 100 Version 4.1.3, den zugehörigen Patientenkabeln und selbstklebenden Einmalelektroden verwendet.

Im Rahmen der Verlaufsuntersuchung wurden bis zur Geburt im täglichen Wechsel maternale und fetale Elektrokardiogramme mit einer Dauer von 40 Minuten angefertigt, nach der Geburt wurden bis maximal 48 Stunden p. p. maternale Aufzeichnungen durchgeführt. Die Messungen wurden generell zweimal täglich jeweils morgens und nachmittags vorgenommen. Zusätzlich wurden die Stuten täglich allgemein untersucht, um auch die rektale Körpertemperatur und Atemfrequenz zu erfassen.

Nach der Geburt wurden die Neonaten einer segmentalen Untersuchung unterzogen und Vitalität und Entwicklung mit Hilfe der Giessener Vorsorgeschemata I und II beurteilt.

Von den ingraviden Stuten (Gruppe 4) wurden im Zweitagesabstand ebenfalls zweimal täglich 40minütige Standardelektrokardiogramme aufgezeichnet.

Anhand der elektrokardiographischen Untersuchung wurden auf maternaler Seite und bei den ingraviden Tieren der Mittelwert, das Minimum und Maximum der Herzfrequenz über 40 Minuten, sowie die Anzahl an AV-Blöcken 2. Grades und an Extrasystolen als Rhythmusunregelmäßigkeiten erhoben.

Als fetale Parameter wurden die basale Herzfrequenz, das Minimum und Maximum der Herzfrequenz, die Anzahl an Akzelerationen Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) und Typ II (Mindestdauer 1 Minute), sowie die mittlere Amplitude der Akzelerationen Typ I und die Dauer der längsten Akzeleration erfasst. Zusätzlich erfolgte eine Kategorisierung der Akzelerationen nach deren Anzahl und eine Rhythmusbeurteilung.

Die gewonnenen Daten wurden mit dem Programm BMDP/ Dynamic, Release 8.1 (Statistical Solutions Ltd., Irland) statistisch ausgewertet.

Folgende relevanten Ergebnisse konnten festgestellt werden:

- Die rektale Körpertemperatur ließ keinen signifikanten Abfall vor der Geburt erkennen, signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen waren vor und auch nach der Geburt nicht vorhanden. Postpartal wurden signifikant höhere Temperaturen als antepartal gemessen ($p = 0,01$).
- Auf die Atemfrequenz bezogen konnte antepartal kein signifikanter Gruppeneinfluss und keine signifikanten Veränderungen mit Annäherung an den Geburtszeitpunkt festgestellt werden. Nach der Geburt waren die Werte signifikant niedriger als vorher ($p = 0,039$).
- Zur Geburt hin fand ein hochsignifikanter Anstieg der mittleren maternalen Herzfrequenz ($p < 0,0001$) auf $56,27 \pm 6,09$ Schläge/ min morgens und $57,33 \pm 6,46$ Schläge/ min nachmittags an Tag 0 statt. Das Minimum ($p < 0,0001$) und Maximum ($p = 0,0004$) stiegen ebenfalls signifikant zur Geburt hin an. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen lag antepartal nicht vor. Zwischen der Gruppe und der Zeit lag auf das Minimum bezogen eine signifikante Wechselwirkung vor ($p = 0,0014$).
- Postpartal wiesen die Stuten aus Gruppe 2 signifikant höhere Werte für die mittlere Herzfrequenz ($p = 0,023$) und das Maximum ($p = 0,0037$) als die in Gruppe 1 auf. Ein zeitlicher Einfluss im nachgeburtlichen Verlauf war nicht belegbar.
- In der peripartalen Periode von Tag 1 a. p. bis Tag 1 p. p. fielen die Werte der mittleren Herzfrequenz und des Minimums hochsignifikant ($p < 0,0001$) und die des Maximums signifikant ($p = 0,014$) von den höheren antepartalen auf niedrigere postpartale Werte ab. Die Maxima in Gruppe 2 waren signifikant höher im Vergleich zu Gruppe 1 ($p = 0,0056$). Bei den anderen Parametern lag kein Gruppeneinfluss vor.
- Die Akzeptanz der Elektroden, des Gurtes und des Gerätes war bei allen ingraviden Stuten gut. Auch bei den trächtigen Stuten wurde bei allen maternalen Aufnahmen Gerät und Technik gut toleriert. Im Rahmen der fetalen Aufzeichnungen lag zu 99 % eine gute Akzeptanz vor. Zwei Stuten bissen bei zwei Aufnahmen in die Kabel.
- Die selbstklebenden Einmalelektroden verfügten über hervorragende Klebeeigenschaften, ohne dass ein Scheren oder Rasieren des Fells notwendig wurde.

- Es gelang bei jeder Stute und in jeder Untersuchung ein positiver Nachweis der fetalen Herzaktion.
- Bei allen fetalen Parametern lagen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen und zwischen den Messzeitpunkten morgens und nachmittags vor ($p > 0,05$).
- Die basale fetale Herzfrequenz zeigte einen hochsignifikanten Abfall ($p < 0,0001$) bis Tag 5/ 4 ante partum auf $65,8 \pm 6,7$ morgens und $65,6 \pm 6,5$ Schlägen min nachmittags. In den letzten zwei bis drei Tagen vor der Geburt folgte ein stetiger Anstieg bis Tag 1/ 0 ante partum (morgens: $70,6 \pm 7,0$ Schläge/ min, nachmittags: $73,8 \pm 11,0$ Schläge/ min).
- Das Minimum der fetalen Herzfrequenz zeigte einen ähnlichen hochsignifikanten zeitlichen Verlauf ($p < 0,0001$) wie die basale Herzfrequenz und fiel bis zum Tag 5/ 4 a. p. ab ($60,3 \pm 5,5$ Schläge/ min morgens, $60,6 \pm 6,5$ Schläge/ min nachmittags) ab, um danach bis zur Geburt hin wieder stetig anzusteigen. An Tag 1/ 0 ante partum wurden morgens $65,2 \pm 6,4$ und nachmittags $67,1 \pm 10,5$ Schläge/ min gemessen.
- Eine zeitlich bedingte Veränderung des Maximums der fetalen Herzfrequenz konnten statistisch nicht belegt werden ($p > 0,05$).
- Kein statistisch signifikanter Einfluss der Zeit lag bei den Parametern Anzahl der Akzelerationen Typ I und II, der Amplitude der Akzelerationen Typ I und der Dauer der längsten Akzeleration vor ($p > 0,05$).
- Bei der Beurteilung der Fohlen nach dem Giessener Vorsorgeschema I konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Jedoch wurden im Rahmen des zweiten Vorsorgeschemas signifikant mehr Fohlen aus der Gruppe der Risikoträchtigkeiten als gefährdet eingestuft als Tiere aus Gruppe 1 ($p = 0,0075$).
- Hinweise auf eine Korrelation zwischen den Parametern der fetalen Herzfrequenz und der Vitalität der Neonaten konnten nicht gefunden werden.
- Es konnte keine Korrelation zwischen maternaler und fetaler Herzfrequenz festgestellt werden.
- Als Aufzeichnungsdauer scheinen 20 Minuten ausreichend für eine fetale Beurteilung. Bei unruhigen Stuten muss die Messdauer eventuell verlängert werden, um einen entsprechend langen Zeitabschnitt auswerten zu können.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass sich die fetale Elektrokardiographie mittels eines ambulanten, telemetrischen Gerätes für die Überwachung von Stuten in der Hochträchtigkeit eignet und eine praxistaugliche, schonende und nichtinvasive Methode zur Erfassung und Überprüfung der Vitalität des equinen Fetus darstellt. Langzeitaufnahmen sind jederzeit möglich. Zusätzlich konnten in der Untersuchung maternale und fetale Parameter während unauffälliger Trächtigkeiten und Graviditäten mit Komplikationen erhoben werden. Auf fetaler Seite bestanden keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

7 Summary

For many years in human medicine, assessment and monitoring of fetal vitality has been a central point in examination, made routinely during pregnancy. In equine reproductive medicine it is difficult to make a statement about fetal vitality and well-being, because of lacking applicable methods. From a fetal point of view, an applicable detection of high-risk pregnancy would be desirable in order to take measures if necessary.

In literature, the use of fetal electrocardiography in pregnant mares is described in some studies, but there were apparative and interpretative limitations and also problems in detection of fetal spikes. Furthermore, there is only a small amount of detailed data for inconspicuous and high-risk pregnancies in the direct antepartal period available.

The aim of this study was to establish the method of fetal electrocardiography by using a telemetric, portable ecg-device for monitoring mares in late pregnancy and to collect first data for fetal and maternal heart rate parameters. Moreover, the influence of complications during pregnancy, the approach of partus and the time of day on fetal and maternal parameters was tested.

In this study, 29 late pregnant and 15 non-pregnant mares were electrocardiographically examined. The pregnant ones were divided into three groups, considering the reason why they were brought to hospital and the number of feasible examinations.

In total, there were 21 mares in the first two groups, for monitoring of parturition in the clinic, so that they could be measured repeatedly. In group 1 there were 13 mares without any complications in pregnancy, whereas the eight mares of the second group were in the clinic because of current problems like colic ante partum, systemic illness with fever, or after a surgical treatment. These mares were classified as high risk pregnant. In the third group, there were nine mares, which could be measured fetally just once because of policlinic presentation. Four of the mares had an inconspicuous pregnancy (group 3.1), four were presented because of colic ante partum (group 3.2) and one mare was intrapartal at time of examination.

For electrocardiographic measurements, the portable, telemetric ecg-device Televet 100 (KRUUSE, Marslev, Denmark) including the special software Televet 100

Version 4.3.1, the appropriate patient cables and self-adhesive, disposable electrodes were used.

During the course of the examinations, every day alternately fetal and maternal electrocardiograms with a duration of 40 minutes were recorded continuously to term. Post partum, the mares were examined up to a maximum of 48 hours after birth. In general, the measurements were made twice a day, in the morning and in the afternoon. Additionally general examinations were performed daily, in order to record rectal body temperature and breathing frequency, too.

Postnatally, the neonates were examined segmentally and vitality and development were assessed by using the Giessener Vorsorgeschemata I and II.

In group 4 (ingravid mares) also every second day standard electrocardiograms lasting 40 minutes were recorded twice a day.

In maternal electrocardiograms and in the ones of ingravid mares, the mean, the minimum and maximum heart rate for the 40-minute period were recorded, as well as the number of second degree atrioventricular blocks and extrasystoles as abnormal rates.

As fetal parameters in a 40-minute recording the basal fetal heart rate, the minimum and maximum fetal heart rate, the number of accelerations type I (lasting at least 30 seconds) and type II (lasting at least 1 minute) were elevated, as well as the mean amplitude of accelerations type I and the duration of the longest acceleration. Additionally, the number of accelerations were scored and the rhythm was assessed. The collected data were statistically analyzed using the statistics program BMDP/dynamic Release 8.1 (Statistical Solutions Ltd., Irland).

The following relevant results were found:

- The rectal body temperature showed no significant decrease before parturition. Significant differences between the groups did not exist ante and post partum. Postpartally, there were significantly higher temperatures than antepartally ($p = 0.01$).
- Regarding breathing frequency, no significant influence of group ante partum and no significant changes approaching term could be assessed. Post partum, the frequencies were significantly lower than before ($p = 0.039$).
- Towards parturition, a highly significant increase of the mean maternal heart rate ($p < 0.0001$) to 56.27 ± 6.09 beats per minute (bpm) in the morning and

57.33 ± 6.46 bpm in the afternoon on day 0 occurred. The minimum ($p < 0.0001$) and maximum ($p = 0.0004$) of the maternal heart rate also increased significantly towards term. Between the groups, there was antepartal no significant difference. A significant interaction between group and time was existent relating to the minimum ($p = 0.0014$).

- Postpartally, the mares in group 2 had significantly higher data of the mean heart rate ($p = 0.023$) and the maximum ($p = 0.0037$) than those in group 1. A temporal influence in postpartal developing was not provable.
- In the peripartal period from day 1 a. p. to day 1 p. p. the mean heart rate and the minimum declined highly significantly ($p < 0.0001$) and the maximum significantly ($p = 0.014$) from higher antepartal to lower postpartal data. The maxima in group 2 were significantly higher ($p = 0.0056$) compared to group 1. There was no influence by group in both parameters.
- The acceptance of electrodes, girth and device was good with all ingravida mares. Also in pregnant mares, device and technique were well tolerated during all maternal measurements. Within fetal recordings, there was a 99 % good acceptance. Two mares bit the cables in two records.
- The self-adhesive, disposable electrodes showed excellent adhesive quality, without the need of clipping or shaving the coat.
- The fetal heart action could be proved with each mare and in each examination.
- In all fetal parameters, there were no significant differences between both groups and between measurement times in the morning and in the afternoon ($p > 0.05$).
- The basal fetal heart rate showed a highly significant decrease ($p < 0.0001$) until day 5/ 4 ante partum to 65.8 ± 6.7 bpm in the morning and 65.6 ± 6.5 bpm in the afternoon. In the last two to three days before parturition, a continuous increase followed until day 1/ 0 ante partum (in the morning: 70.6 ± 7.0 bpm, in the afternoon: 73.8 ± 11.0 bpm).
- The minimum fetal heart rate had a similar highly significant course trend ($p < 0.0001$) like the basal heart rate with a decrease until day 5/ 4 a. p. (60.3 ± 5.5 bpm in the morning, 60.6 ± 6.5 bpm in the afternoon), and a constant increase thereafter towards term. On day 1/ 0 ante partum, 65.2 ± 6.4 bpm in the morning and 67.1 ± 10.5 bpm in the afternoon could be measured.

- Changes of the maximum fetal heart rate due to time could not be proven statistically ($p > 0.05$).
- There was no significant influence of time regarding the number of parameters of accelerations type I and II, the amplitude of accelerations type I and duration of the longest acceleration ($p > 0.05$).
- In the assessment of the foals using the Giessener Vorsorgeschema I no differences could be detected between the groups. However, in the second Giessener Vorsorgeschema, significantly more foals of the high risk group were classified as compromised than animals of group ($p = 0.0075$).
- Indications of a correlation between parameters of fetal heart rate and the vitality of neonates could not be found.
- A correlation between maternal and fetal heart rate could not be assessed.
- As recording duration, 20 minutes seem to be sufficient for fetal assessment. In anxious mares, recording duration may be possibly prolonged for evaluation of an according long time segment.

The results of these study show that fetal electrocardiography using a portable, telemetric device is applicable for monitoring late pregnant mares. It is a workable, gentle and noninvasive method for assessment and verification of vitality in equine fetuses. Anytime long term recordings are possible.

Additionally, maternal and fetal parameters during inconspicuous and complicative pregnancies could be collected in this study. As for the fetuses, there were no differences between the groups.

8 Anhang

8.1 Material und Methode

8.1.1 Probandenkollektiv

Tabelle 56: Stuten mit Komplikationen in der Trächtigkeit mit Angabe der Stutennummer (Stutennr), der Gruppenzugehörigkeit, der Kliniknummer, des Alters und des Vorstellungsgrundes

	Stutennr	Gruppe	Kliniknummer	Alter in Jahren	Vorstellungsgrund
Trächtigkeiten mit Komplikationen	9	2	1040-636/2008	20	Kolik ante partum
	11	2	1040-073/2008	8	post Torsio uteri Operation
	12	2	1040-416/2008	19	Kolik ante partum
	13	2	1040-756/2008	11	Kolik ante partum
	15	2	1040-409/2008	5	Fieber
	16	2	1040-038/2009	11	Kolik ante partum
	18	2	1040-196/2009	11	Kolik ante partum/ post Kolik Operation
	20	2	1040-363/2009	11	Kolik ante partum
	22	3.3	1040-387/2008	15	Kolik ante partum
	23	3.2	-	10	Kolik ante partum
	25 = 9	3.2	-		Kolik ante partum
	27	3.2	1040-291/2009	12	Kolik ante partum
	28	3.2	1040-115/2009	15	Kolik ante partum/ post Kolik Operation

8.1.2 Ananamnesebogen

Tabelle 57: Befunderhebung im Rahmen der Anamnese, allgemeinen und gynäkologischen Untersuchung

Anamnese			
Besitzerangaben			
Name der Stute			
Rasse/Zuchgebiet			
Alter			
Impfstatus			
Zuchtleistung			
Fohlen geboren			
Fohlen aufgezogen			
Letzte Geburt			
Geburtsverlauf			
Puerperium			
Letzte Bedeckung/Besamung			
Grund der Vorstellung			
Allgemeine Untersuchung			
Allgemeinbefinden			
Vitalparameter			
Puls	Atmung	Temperatur	
Schleimhäute, kapilläre Rückfüllzeit			
Auskultation Herz und Lunge			
Auskultation Darm			
Pulsation Mittelfussarterie			
Gynäkologische Untersuchung			
Adspektion Labien			
Rektale Untersuchung			
Uterus			
Fruchtteile	Fruchtbewegungen		
Tansrektale Sonographie			
Fruchtteile	Fruchtwasser		
Vaginale Untersuchung			
Euter			
Adspektion	Palpation		

8.1.3 Giessener Vorsorgeschema I und II

Tabelle 58: Frühbeurteilungsschema zur Bewertung des Gesundheitszustandes von neugeborenen Fohlen (GIESSENER VORSORGESCHEMA I)

1. Lage und Situation unmittelbar nach der Geburt (1-2 Minuten)		
• Kopf-Brustlage und regelmäßige Atmung (Mundspalt geschlossen)	3	
• Seitenlage und regelmäßige Atmung	2	
• Seitenlage und gestörte Atmung (Mundatmung, unregelmäßige Frequenz)	1	<input type="text"/>
2. Lage und Situation bis zu 30 Minuten nach der Geburt		
• Erste Aufstehversuche	3	
• Verharren in Brust- oder Seitenlage	2	
• Verharren in Brust- oder Seitenlage und Krampfanfälle	1	<input type="text"/>
3. Lage und Situation bis zu 60 Minuten nach der Geburt		
• Sicheres Stehen und erster Euterkontakt	3	
• Unsicheres Stehen, häufiges Liegen, Kopf jedoch angehoben	2	
• Weiteres Verharren in Liegeposition (Seitenlage, aufgestützter Kopf)	1	<input type="text"/>
GESAMT:		<input type="text"/>

Gesamtpunktzahl :

9 – 8 Punkte	vitales Fohlen
7 – 6 Punkte	gefährdetes Fohlen
< 6 Punkte	hochgradig gefährdetes Fohlen

Tabelle 59: Frühbeurteilungsschema zur Bewertung des Gesundheitszustandes von neugeborenen Fohlen zwischen 6. und 24. Lebensstunde (GIESSENER VORSORGESCHEMA II)

1. Stehvermögen		
• Vollständiges Stehvermögen und koordinierte Bewegung	3	
• Stehvermögen unsicher, taumelnde, unkoordinierte Bewegung	2	
• Häufiges Liegen, schwerfälliges Aufstehen, unkoordinierte Bewegung	1	<input type="checkbox"/>
2. Körpertemperatur		
• 38,2 – 39,0°C	3	
• > 39,2°C	2	
• < 38,0°C	1	<input type="checkbox"/>
3. Mekoniumabgang		
• Normal bis 8 Stunden nach der Geburt, danach Milchkot	3	
• Geringe Menge, häufiges Pressen, zunehmende Unruhe	2	
• Kein Kotabsatz beobachtet, häufiges Pressen, Unruhe, Liegen und Wälzen	1	<input type="checkbox"/>

4. Harnabsatz		<input type="text"/>
• Normal im Strahl, mehrfach, nach der Geburt in genügender Menge	3	
• Häufiger Harndrang mit Absatz kleiner Portionen oder in Tropfen	2	
• Kein Harnabsatz, trotz häufiger Harnabsatzposition (weibl./männl.)	1	<input type="text"/>
5. Atmung		
• Regelmäßig und gleichmäßig	3	
• Unregelmäßig	2	
• Stoßweise – flach, geblähte Nüstern	1	<input type="text"/>
6. Kontakt mit Muttertier		
• Regelmäßiger Kontakt mit Aufsuchen des Euters und Sauggeräusche	3	
• Abstand zur Mutter erheblich, kaum oder abnehmender Euterkontakt	2	
• Unherirren ohne Mutterkontakt, kein Aufsuchen des Euters	1	<input type="text"/>
		<hr/>
GESAMT:		<input type="text"/>

Gesamtpunktzahl:

- 18 Punkte normale Entwicklung
- 17 - 15 Punkte gefährdet, Tierarztkontrolle notwendig
- < 15 Punkte hochgefährdet, sofortige Konsultation eines Tierarztes notwendig

8.1.4 Segmentaler Untersuchungsgang

Segmentaler Untersuchungsgang Fohlen

Gestationsalter: Tage Geburtsdatum:
 Alter bei Einlieferung: Tage Geschlecht: männl. wbl.
 Auftreten erster Symptome am Lebenstag

ALLGEMEINUNTERSUCHUNG

Puls: /min Atmung: /min Temperatur: °C
 Oberflächentemperatur an Akren:

Allgemeinbefinden: unauffällig gestört hgr. gestört komatös
 Stehvermögen: erhalten nur mit Hilfe festliegend in Seitenlage
 Entwicklung: hypotroph eutroph hypertroph
 Reifegrad: prä matur matur Praemolare im Durchbruch
 Ernährungszustand Pflegezustand:

KOPF

Kopfform: physiologisch deformiert fetale Form
 Mundhöhle: Kieferstellung physiologisch Brachygn. inf. sup.
 Schleimhaut: Farbe: physiologisch gerötet blass ikterisch
 Petechien Pusteln Soor
 Kapilläre Rückfüllungszeit: sec
 Gaumenspalte: nein ja
 Saugreflex: deutlich ausgeprägt schwach nicht vorhanden

Nüstern: symmetrisch Asymmetrie vorhanden
 normal weit gestellt deutlich gebläht
 Milchspuren an den Nüstern: nein ja
 Schleimhaut: Farbe: physiologisch gerötet blass ikterisch
 Verletzungen: links rechts
 Petechien: links rechts
 Pusteln: links rechts
 Nasenausfluss: links rechts
 serös blutig eitrig milchig

AUGENANLAGE

physiologisch Mikrophthalmus Bulbus eingesunken
 Sklera: Farbe: physiologisch gerötet weiss ikterisch
 Episkleralgefäße: feingezeichnet injiziert verwaschen
 Entropium: nein ja links rechts
 Corneatrübung: nein ja links rechts
 Corneaverletzung: nein ja links rechts
 Uveitis: nein ja links rechts
 Lidschlussreflex: nein ja
 Pupillenreflex: nein ja

OHREN

physiologisch Missbildungen:
 Reaktion auf akustische Reize: nein ja

VERDACHT AUF NEUROLOGISCHE STÖRUNGEN

nein ja

Symptome:

HALS und THORAX:

Kopf beweglich: Ankylosierungen: Verletzungen:
 Schilddrüse: unverändert vergrößert
 Husten auslösbar: nein ja
 Atmungstyp: costoabdominal betont costal betont abdominal
 tief und regelmäßig flach und unregelmäßig
 doppelschlägig
 Atemgeräusch: unauffällig verschärft links rechts
 vesikulär bronchial bronchovesikulär
 Lunge vollst. belüftet: nein ja
 Rippenbogen: gleichmäßig Verdacht auf Fraktur
 Herz auskultatorisch: unauffällig Besonderheiten:
 Pulsqualität: stark normal flach nicht zu beurteilen

8.2 Einzelergebnisse

8.2.1 Übersicht über Stuten und Fohlen

Tabelle 60: Übersicht über die Probanden der Verlaufs- und Einzeluntersuchung (U = unauffällig, R = Risiko, V = Verlaufsuntersuchung, E = Einzeluntersuchung, hgr. = hochgradig)

Stutennr.	Stute					Fohlen			Schicksal
	Kliniksnr.	Alter in Jahren	Gruppe	Trächtigkeitslänge in Tagen	Geschlecht	Ergebnis Giessener Vorsorgeschema I	Ergebnis Giessener Vorsorgeschema II		
1	1040-417/2008	16	U, V	338	Stute	vital	vital	gesund entlassen	
2	1040-627/2008	18	U, V	333	Stute	vital	vital	gesund entlassen	
3	1040-309/2008	14	U, V	339	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	
4	1040-332/2008	10	U, V	355	Stute	vital	vital	erkrankt	
5	1040-845/2008	6	U, V	331	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	
6	1040-544/2008	13	U, V	336	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	
7	1040-418/2008	4	U, V	349	Stute	vital	vital	gesund entlassen	
8	1040-560/2008	15	U, V	331	Stute	vital	vital	gesund entlassen	
9	1040-636/2008	20	R, V	333	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	
10	1040-457/2008	16	U, V	349	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	
11	1040-037/2008	8	R, V	337	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	
12	1040-416/2008	19	R, V	361	Stute	vital	gefährdet	gesund entlassen	
13	1040-756/2008	11	R, V	324	Hengst	hgr. gefährdet	hgr. gefährdet	euthanasiert	
14	1040-736/2008	17	U, V	338	Stute	vital	vital	gesund entlassen	
15	1040-409/2008	5	R, V	344	Hengst	vital	gefährdet	verstorben	

16	1040-038/2009	11	R, V	344	Stute	vital	vital	erkrankt	erkrankt
17	1040-193/2009	4	U, V	339	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	gesund entlassen
18	1040-196/2009	11	R, V	347	Stute	vital	vital	gesund entlassen	gesund entlassen
19	1040-288/2009	18	U, V	337	Stute	gefährdet	vital	gesund entlassen	gesund entlassen
20	1040-363/2009	11	R, V	332	Hengst	vital	gefährdet	erkrankt	erkrankt
21	1040-418/2009	17	U, V	340	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	gesund entlassen
22	1040-387/2008	15	E, R	354	Stute	-	-	verstorben	verstorben
23	-	10	E, R	> 300	Stute	hgr. gefährdet	hgr. gefährdet	euthanasiert	euthanasiert
24	1040-414/2008	?	E, U	> 300	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	gesund entlassen
25 = 9	-		E, R	-	-	-	-	-	-
26	1040-601/2008	?	E, U	?	?	?	?	?	?
27	1040-291/2009	12	E, R	347	Hengst	vital	vital	gesund entlassen	gesund entlassen
28	1040-115/2009	15	E, R	288	Hengst	-	-	euthanasiert	euthanasiert
29	1040-357/2009	8	E, U	364	Stute	gefährdet	gefährdet	euthanasiert	euthanasiert
30	1040-649/2009	9	E, U	359	Stute	vital	vital	gesund entlassen	gesund entlassen

8.2.1.1 Giessener Vorsorgeschema I und II

Tabelle 61: Bewertung der Neonaten aus den Stuten mit unauffälligem Trächtigkeitsverlauf nach dem Giessener Vorsorgeschema I und II. Angegeben sind die Ergebnisse der bewerteten Parameter mit der jeweiligen, erreichten Punktzahl wie unter Anhang 8.1.1 angegeben (3 = maximale Punktzahl, ... 1 = hochgradig reduzierte Punktzahl)

Tier- nummer	Giessener Vorsorgeschema I						Giessener Vorsorgeschema II						gesamt
	II1	II2	II3	gesamt	II1	II2	II3	II4	II5	II6	gesamt		
1	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
2	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
3	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
4	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
5	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
6	3	3	2,5	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
7	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
8	3	3	3	vital	3	3	2,5	3	3	3	3	normal	
10	3	3	3	vital	3	3	2,5	3	3	3	3	normal	
14	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
17	3	3	1,5	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
19	3	3	1	gefährdet	3	3	3	3	3	3	3	normal	
21	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
24	3	3	2	vital	3	3	3	3	3	3	3	normal	
26	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
29	3	3	1	gefährdet	1	3	3	3	3	3	3	gefährdet	
30	3	3	2,5	vital	3	3	2,5	3	3	3	3	normal	

Trächtigkeiten ohne Komplikationen

? = unbekannt wegen Geburt im heimatischen Stall

Tabelle 62: Bewertung der Neonaten aus den Stuten mit Komplikationen während der Trächtigkeit nach dem Giessener Vorsorgeschema I und II. Angegeben sind die Ergebnisse der bewerteten Parameter mit der jeweiligen, erreichten Punktzahl wie unter Anhang 8.1.1 angegeben (3 = maximale Punktzahl, ... 0 = nicht erfüllt, vorhanden)

Tier- nummer	Giessener Vorsorgeschema I						Giessener Vorsorgeschema II					
	I1	I2	I3	gesamt	II1	II2	II3	II4	II5	II6	gesamt	
9	3	3	2	vital	3	3	3	3	3	3	normal	
11	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	normal	
12	3	3	2	vital	3	1	3	3	3	3	gefährdet	
13	1	2	2	Hgr. gefährdet	1,5	1	2,5	3	3	0	Hgr. gefährdet	
15	3	3	2,5	vital	3	1	3	3	3	3	gefährdet	
16	3	3	2	vital	2	3	2	3	3	3	gefährdet	
18	3	3	3	vital	3	3	3	3	3	3	normal	
20	3	3	2,5	vital	3	3	2	3	3	2,5	gefährdet	
22	0	0	0	Nicht beurteilt	0	0	0	0	0	0	Nicht beurteilt	
23	1	1	0	Hgr. gefährdet	0	1	1,5	2	1	0	Hgr. gefährdet	
25 = 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	3	3	3	gefährdet	3	3	2,5	3	3	3	normal	
28	0	0	0	Nicht beurteilt	0	0	0	0	0	0	Nicht beurteilt	

Trächtigkeiten mit Komplikationen

8.2.2 Verlaufsuntersuchung

8.2.2.1 Maternale Parameter

Tabelle 63: Rektale Körpertemperatur (°C) an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung und aufgeteilt in die Stuten der Gruppen 1 und 2. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (x_a) die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n).

Tage a. p.	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Stuten insgesamt	x_a	37,97	38,03	37,81	37,70	37,71	37,72	37,65	37,72	37,71	37,69	37,73	37,75	37,71	37,68	37,55	
	s	0,57	0,65	0,34	0,30	0,20	0,25	0,21	0,21	0,20	0,27	0,16	0,23	0,27	0,23	0,31	
	Min	37,5	37,6	37,4	37,2	37,3	37,3	37,4	37,2	37,4	37,2	37,5	37,3	37,1	37,0	37,3	37,0
	Max	39,2	39,6	38,3	38,0	37,9	38,1	38,1	38,0	38,1	38,0	38,0	38,1	38,2	38,0	38,1	38,1
	n	7	8	8	9	11	13	13	13	15	15	16	16	17	19	21	21
Gruppe 1 (unauffällig)	x_a	37,75	37,80	37,67	37,70	37,67	37,78	37,71	37,73	37,75	37,78	37,79	37,77	37,82	37,77	37,70	37,52
	s	0,21	0,17	0,15	0,22	0,23	0,23	0,21	0,12	0,20	0,19	0,14	0,17	0,23	0,17	0,23	0,24
	Min	37,6	37,6	37,5	37,5	37,3	37,5	37,4	37,5	37,5	37,4	37,6	37,6	37,4	37,5	37,3	37,0
	Max	37,9	37,9	37,8	38,0	37,9	38,1	38,1	37,9	38,1	38,0	38,0	38,1	38,2	38,0	38,1	37,9
	n	2	3	3	4	6	8	8	8	10	10	11	11	11	11	13	13
Gruppe 2 (Risiko)	x_a	38,06	38,16	37,90	37,70	37,76	37,64	37,56	37,70	37,64	37,50	37,58	37,62	37,63	37,63	37,64	37,60
	s	0,66	0,82	0,41	0,37	0,15	0,29	0,19	0,33	0,21	0,33	0,08	0,31	0,31	0,35	0,21	0,40
	Min	37,5	37,6	37,4	37,2	37,5	37,3	37,4	37,2	37,4	37,2	37,5	37,3	37,1	37,0	37,3	37,1
	Max	39,2	39,6	38,3	38,0	37,9	38,0	37,9	38,0	37,9	37,9	37,7	38,0	38,0	38,0	37,9	38,1
	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	8	8	8

Tabelle 64: Atemfrequenz pro Minute an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung und aufgeteilt in die Stuten der Gruppen 1 und 2. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (x_a) die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n).

Tage a. p.	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Stuten insgesamt	x_a	20,6	22,5	21,5	21,3	20,6	22,3	23,4	23,2	22,4	22,6	22,9	23,1	22,4	23,1	22,3	
	s	9,1	8,3	8,5	7,5	8,5	7,1	8,9	7,5	8,0	6,6	7,5	7,5	7,5	7,1	10,3	7,2
	Min	16	12	16	10	12	12	12	12	16	12	12	12	12	12	12	12
	Max	40	40	40	40	40	40	40	44	40	40	40	44	44	60	40	32
	n	7	8	8	9	11	13	13	13	15	15	16	16	17	19	21	21
Gruppe 1 (unaufrällig)	x_a	20,0	17,3	16,0	20,0	20,0	22,3	22,0	22,8	22,0	22,2	22,0	22,2	22,2	22,0	21,2	22,8
	s	0,0	2,3	4,0	3,3	7,0	5,4	9,1	9,3	7,4	5,2	6,9	5,7	5,7	5,3	6,4	7,0
	Min	16	12	16	10	12	12	12	12	16	12	12	16	16	12	12	16
	Max	20	20	24	28	28	40	40	44	40	32	32	28	32	32	36	30
	n	2	3	3	4	6	8	8	8	10	10	11	11	11	11	13	13
Gruppe 2 (Risiko)	x_a	20,8	25,6	24,8	22,4	21,2	22,4	23,6	22,4	24,0	23,2	23,6	24,8	24,7	23,0	26,0	21,5
	s	11,1	9,2	9,1	10,0	10,9	10,0	9,6	6,1	11,3	10,0	9,6	9,1	10,6	9,5	14,7	8,0
	Min	16	16	16	12	16	16	16	16	16	16	16	16	12	12	12	12
	Max	40	40	40	40	40	40	32	44	40	40	40	44	44	60	40	32
	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	8	8	8

Tabelle 65: Verteilung der Stuten (Anzahl) bezogen auf die Aktivität während der Messung an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, der Stuten mit ungestörter Graviddität (Gruppe 1) und Stuten mit Komplikationen (Gruppe 2) der Morgenmessung. Kategorisierung der Aktivität: 1: Dösen; 2 mehr Dösen als Futteraufnahme, 3: mehr Futteraufnahme als Dösen; 4: Futteraufnahme; 5 : unruhiges Umherwandern

Tage a. p.	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Score	morgens															
Stuten insgesamt	1	1	-	1	1	1	3	1		1	3	1	1	1	2	3
	3	3	4	6	8	6	5	2	6	8	6	6	8	7	9	8
	1	3	3	1	1	3	2	2	6	3	4	5	7	7	6	7
	2	1	1	1	-	2	2	8	2	3	3	4	-	3	2	1
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
n	7	8	8	9	10	12	12	13	14	15	16	16	16	18	19	21
Gruppe 1 (unauffällig)	-	1	-	1	-	1	3	-	-	-	2	1	-	1	1	1
	1	1	2	2	5	5	3	2	5	6	4	4	8	3	6	5
	1	1	1	1	-	1	-	2	2	2	3	3	3	5	4	4
	-	-	-	-	-	-	1	4	2	2	2	3	-	2	-	1
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
n	2	3	3	4	5	7	7	8	9	10	11	11	11	11	11	13
Gruppe 2 (Risiko)	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	1	-	1	2
	2	2	2	4	3	1	2	-	1	2	2	2	-	4	3	3
	-	2	2	-	1	2	2	-	4	1	1	2	4	2	2	3
	2	1	1	1	-	2	1	4	-	1	1	1	-	1	2	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	8	8

Tabelle 66: Verteilung der Stuten bezogen auf die Aktivität während der Messung an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, der Stuten mit ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Stuten mit Komplikationen (Gruppe 2) der Nachmittagsmessung. Kategorisierung der Aktivität: 1: Dösen; 2 mehr Dösen als Futteraufnahme, 3: mehr Futteraufnahme als Dösen; 4: Futteraufnahme; 5 : unruhiges Umherwandern

Tage a. p.	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Score	nachmittags															
Stuten insgesamt	2	-	2	2	1	4	2	1	1	1	4	2	4	2	1	3
	2	4	3	5	5	6	3	4	6	7	1	3	1	8	4	9
	1	3	2	1	2	2	5	6	3	2	7	8	7	7	11	7
	2	1	1	1	2	-	2	2	4	5	4	3	4	2	3	1
	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1
n	7	8	8	9	10	12	13	13	14	15	16	16	16	19	20	21
Gruppe 1 (unauffällig)	1	-	2	1	1	2	2	1	1	1	3	2	4	-	-	1
	-	1	1	3	3	5	1	3	5	5	1	1	-	6	2	6
	-	1	-	-	1	-	4	4	1	1	6	6	6	5	7	4
	1	1	-	-	-	-	-	-	2	3	1	2	1	-	2	1
	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1
n	2	3	3	4	5	7	8	8	9	10	11	11	11	11	12	13
Gruppe 2 (Risiko)	1	-	-	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-	2	1	2
	2	3	2	2	2	1	2	1	1	2	-	2	1	2	2	3
	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	4	3
	1	-	1	1	2	-	2	2	2	2	3	1	3	2	1	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8

Tabelle 67: Maternale Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (x_a), die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) in der Einheit Schläge/ min und die jeweiligen Tierzahl (n).

Tage a. p.		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
Stuten insgesamt	morgens	x_a	51,79	52,02	52,78	49,85	49,42	50,25	50,25	53,66	52,31	51,47	52,59	52,80	53,17	54,16	56,29	56,27		
		s	7,46	6,10	5,39	3,02	4,35	4,87	4,87	6,27	6,05	2,84	4,21	5,52	5,39	4,73	7,13	6,82	6,08	
		Min	43,1	43,1	44,8	46,5	42,3	44,4	44,4	41,6	43,8	48,3	45,2	41,4	45,6	48,5	44,9	46,9	46,8	46,8
		Max	64,5	61,5	59,7	53,5	55,8	63,5	63,5	66,7	67,5	57,3	59,3	63,0	67,9	64,8	76,3	72,7	71,4	71,4
	nachmittags	x_a	53,20	52,75	49,41	49,16	51,86	49,36	53,13	53,13	53,33	53,29	53,38	52,60	54,90	54,83	57,03	57,33	57,33	
		s	6,91	7,42	5,80	4,31	5,87	6,12	6,12	5,66	5,32	4,69	5,02	5,27	5,94	5,67	5,61	6,46	6,46	
		Min	40,1	45,0	41,4	45,6	43,0	41,9	41,9	45,7	44,0	45,3	42,5	44,9	46,9	44,9	47,0	48,5	48,9	48,9
		Max	61,6	66,9	59,1	59,6	63,9	62,8	62,8	63,5	64,8	60,9	66,5	63,5	68,7	66,2	67,1	72,0	75,5	75,5
	n		7	8	8	9	10	12	13	13	14	15	16	16	16	19	20	21	21	

Tabelle 68: Maternale Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen in den Gruppen 1 und 2, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags. Angegeben sind arithmetische Mittelwert (x_a), die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) in der Einheit Schläge/min und die jeweiligen Tierzahl (n).

Tage a. p.		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Gruppe 1 (unauffällig)	morgens	x_a	48,38	49,97	52,55	48,81	50,03	48,35	49,14	51,94	51,98	51,07	52,98	51,98	51,54	53,54	54,04	56,04
		s	7,49	4,89	3,08	3,12	2,18	2,58	3,99	4,30	2,34	3,85	5,47	3,77	2,92	3,73	3,99	5,50
		Min	43,1	46,4	49,6	46,5	46,7	44,4	43,4	43,8	48,3	45,2	46,8	45,7	48,5	47,2	46,9	46,8
		Max	53,7	55,5	55,7	53,4	52,3	52,1	55,8	58,6	55,0	56,4	63,0	58,1	59,1	58,8	59,8	68,6
	nachmittags	x_a	56,60	49,87	48,64	48,61	50,67	48,90	52,47	51,49	52,57	53,35	52,16	51,63	53,04	54,02	55,31	56,94
		s	0,69	4,61	4,88	2,48	3,39	3,84	6,01	3,87	4,75	6,65	5,08	3,45	5,32	5,68	3,82	4,99
		Min	56,1	45,0	44,0	45,6	46,7	43,2	45,7	44,0	45,3	42,5	44,9	46,9	44,9	47,1	48,5	48,9
		Max	57,1	54,2	53,7	51,7	54,7	54,5	63,2	56,8	59,8	66,5	63,5	57,6	63,7	67,1	62,5	66,1
		n	2	3	3	4	5	7	8	8	9	10	11	11	11	11	12	13
	Gruppe 2 (Risiko)	morgens	x_a	53,16	53,25	52,92	50,69	48,80	52,91	52,03	56,40	52,91	52,27	51,74	54,61	56,74	55,15	59,38
s			7,83	6,93	6,78	3,00	6,07	6,33	9,15	7,88	3,82	5,25	6,16	8,22	6,25	10,91	8,83	7,32
Min			43,3	43,1	44,8	47,5	42,3	46,9	41,6	48,9	48,3	45,4	41,4	45,6	51,0	44,9	49,0	48,2
		Max	64,5	61,5	59,7	53,5	55,8	63,5	66,7	67,5	57,3	59,3	56,9	67,9	64,8	76,3	72,7	71,4
nachmittags		x_a	51,83	54,47	49,87	49,60	53,04	50,00	54,19	55,74	54,71	53,17	56,05	54,73	58,97	55,94	59,62	57,97
		s	7,96	8,71	6,80	5,65	7,91	8,94	5,52	6,69	4,76	4,93	4,11	8,13	5,60	5,83	7,06	8,71
		Min	40,1	47,5	41,4	46,1	43,0	41,9	49,3	47,3	49,2	48,0	52,8	47,5	51,9	47,0	50,8	49,3
		Max	61,6	66,9	59,1	59,6	63,9	62,8	63,5	64,8	60,9	58,3	61,7	68,7	66,2	66,4	72,0	75,5
		n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8

Tabelle 69: Minimum der maternalen Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (x_a), die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) in der Einheit Schläge/ min und die jeweilige Tierzahl (n).

Tage a. p.		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
Stuten insgesamt	morgens	x_a	40,65	41,76	41,21	40,21	39,51	40,26	40,22	41,70	41,74	40,42	41,56	41,94	42,49	43,18	45,47	42,94	
		s	6,86	7,36	5,25	3,30	4,62	5,34	5,92	4,97	4,03	4,56	4,34	4,61	4,74	6,54	5,29	5,98	
		Min	34,3	29,5	36,4	35,9	29,6	30,9	30,7	32,8	33,5	31,8	28,06	34,6	34,6	35,7	31,8	37,6	34,0
		Max	52,4	51,5	49,9	45,1	44,7	53,5	53,9	50,8	45,8	50,7	46,6	54,6	54,6	55,4	64,0	60,5	60,5
Stuten insgesamt	nachmittags	x_a	41,34	41,89	40,04	40,72	40,77	39,88	41,57	42,22	42,23	42,00	42,93	43,07	44,49	43,5	44,95	45,21	
		s	8,03	7,73	4,95	3,92	6,65	5,82	5,36	4,98	3,29	4,80	4,06	4,79	4,72	5,19	5,26	5,57	
		Min	28,8	32,3	32,3	35,1	30,6	31,1	31,5	33,3	37,5	35,2	37,4	34,6	34,6	38,0	35,5	35,3	35,9
		Max	52,0	56,3	45,6	48,4	54,2	51,3	51,7	52,8	48,9	51,6	51,0	54,6	54,6	55,8	55,8	59,3	61,7
n		7	8	8	9	10	12	13	13	14	15	16	16	16	19	20	21		

Tabelle 70: Minimum der maternalen Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen in den Gruppen 1 und 2, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags. Angegeben sind arithmetische Mittelwert (x_a), die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) in der Einheit Schlägen/ min und die jeweilige Tierzahl (n).

Tage a. p.		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
Gruppe 1 (unaufrällig)	morgens	x_a	40,16	41,53	40,32	39,82	41,08	39,67	41,21	42,66	42,74	41,22	42,37	41,89	41,20	43,59	44,24	42,45	
		s	5,79	4,68	2,54	3,33	2,50	2,55	2,95	2,64	2,76	4,55	2,36	2,57	3,83	2,51	3,41	4,14	
		Min	36,1	36,7	38,3	36,6	37,8	36,2	37,6	38,0	38,4	36,6	39,1	37,1	37,1	35,7	39,1	37,6	35,4
		Max	44,3	46,0	43,2	44,3	44,0	43,6	47,0	46,8	45,8	50,7	46,2	46,5	46,0	46,0	48,6	49,0	47,8
	nachmittags	x_a	44,87	40,22	40,95	40,13	41,87	40,95	41,20	42,58	41,95	43,03	41,91	42,46	43,50	43,58	43,83	44,76	
		s	1,42	2,84	3,62	3,61	2,92	3,53	4,20	3,33	3,04	4,48	3,54	2,77	3,49	4,46	4,18	4,42	
		Min	43,9	38,3	36,8	35,1	38,5	36,5	32,7	36,7	37,5	37,0	37,4	37,2	38,0	37,2	35,3	35,9	
		Max	45,9	43,5	43,5	43,7	45,6	47,0	45,7	46,6	46,2	51,6	48,5	47,4	48,4	50,8	48,7	49,4	
	n		2	3	3	4	5	7	8	8	9	10	11	11	11	11	12	13	
	Gruppe 2 (Risiko)	morgens	x_a	40,85	41,91	41,74	40,53	37,94	41,08	38,63	40,18	40,28	38,81	39,77	42,06	45,33	42,53	47,17	43,73
s			7,87	9,16	6,63	3,63	5,96	8,19	9,21	7,57	7,57	4,63	7,14	7,94	5,74	10,48	7,05	8,46	
Min			34,3	29,5	36,4	35,9	29,6	30,9	30,7	32,8	32,8	33,5	31,8	28,1	34,6	41,2	31,8	39,7	34,0
Max			52,4	51,5	49,9	45,1	44,7	53,5	53,9	50,8	50,8	45,7	43,5	46,6	54,6	55,4	64,0	60,5	60,5
nachmittags		x_a	39,93	42,89	39,50	41,20	39,67	38,38	42,15	41,65	42,74	39,94	45,18	44,41	46,68	43,46	46,62	45,95	
		s	9,36	9,85	5,95	4,51	9,38	8,35	7,39	7,37	4,04	5,25	4,62	7,97	6,67	6,38	6,50	7,35	
		Min	28,8	32,3	32,3	37,0	30,6	31,1	31,5	33,3	37,8	35,2	39,3	37,5	39,4	35,5	40,2	37,1	
		Max	52,0	56,3	45,6	48,4	54,2	51,3	51,7	52,8	48,9	47,1	51,0	57,0	55,8	55,8	59,3	61,7	
n		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8		

Tabelle 71: Maximum der maternalen Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert (x_a), die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) in der Einheit Schlägen/ min und die jeweilige Tierzahl (n).

Tage a. p.		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Stuten insgesamt	morgens	x_a	79,87	75,64	72,79	82,56	76,70	73,37	73,95	75,10	76,48	75,27	80,55	76,43	81,36	74,14	78,46	81,27
		s	18,37	8,78	6,98	20,00,	13,79	9,18	7,33	10,78	11,37	9,75	18,27	12,00	17,59	11,17	12,94	12,79
	nachmittags	Min	61,9	58,4	63,4	60,0	54,7	61,0	65,1	62,2	60,2	63,2	58,8	58,9	62,6	58,5	59,3	61,2
		Max	117,2	86,0	82,9	111,5	96,5	91,7	89,0	95,2	94,3	92,9	124,0	104,5	126,1	94,6	107,1	110,7
Stuten insgesamt	morgens	x_a	79,49	76,19	70,82	70,11	73,37	68,32	74,21	74,95	75,07	70,83	73,11	72,56	73,35	78,44	76,15	80,89
		s	9,18	11,89	6,35	7,37	11,63	10,60	13,04	13,45	9,01	8,85	11,61	9,36	13,38	16,01	7,19	10,10
	nachmittags	Min	67,4	63,2	64,9	60,1	55,3	56,3	59,1	52,8	60,2	59,4	57,9	60,5	55,7	60,1	65,7	65,8
		Max	95,9	100,3	81,5	84,8	94,6	85,7	104,9	101,0	89,8	92,0	101,0	88,0	97,1	124,0	88,5	109,5
n		7	8	8	9	10	12	13	13	14	15	16	16	16	19	20	21	

Tabelle 72: Maximum der maternalen Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen in den Gruppen 1 und 2, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags. Angegeben sind arithmetische Mittelwert (x_a), die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) in der Einheit Schlägen/ min und die jeweilige Tierzahl (n).

Tage a. p.		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
Gruppe 1 (unauffällig)	morgens	x_a	97,46	81,66	79,22	91,64	74,31	70,34	72,66	74,55	78,03	76,28	81,62	76,39	78,88	73,80	78,31	76,30	
		s	27,91	4,13	3,97	22,63	10,52	7,64	6,49	10,03	12,55	10,25	20,01	11,83	13,62	9,65	14,84	8,82	
		Min	77,7	77,7	75,0	69,0	63,7	61,0	65,1	62,2	62,6	65,8	59,9	64,8	62,8	61,5	61,6	61,2	
		Max	117,2	86,0	82,9	111,5	91,7	82,9	85,0	88,0	94,3	92,9	124,0	104,5	106,0	89,3	107,1	88,8	
	nachmittags	x_a	80,86	71,39	75,39	70,20	74,58	68,36	73,41	71,2	76,38	70,90	69,43	70,54	71,22	80,02	75,73	79,84	
		s	5,84	5,60	7,03	5,50	11,68	10,40	16,41	11,08	10,59	8,81	8,51	8,77	14,16	19,62	7,44	8,41	
		Min	76,7	65,2	67,7	62,1	64,4	59,2	59,1	52,8	60,2	59,4	57,9	60,48	55,7	60,1	65,7	65,8	
		Max	85,0	76,1	81,5	74,1	94,6	83,1	104,9	85,2	89,8	92,0	89,3	87,5	87,5	97,1	124,0	88,5	93,2
	n		2	3	3	4	5	7	8	8	9	10	11	11	11	11	12	13	
	Gruppe 2 (Risiko)	morgens	x_a	72,84	72,03	68,94	75,29	79,08	77,62	76,03	75,98	73,68	73,24	78,18	76,51	86,82	74,68	78,67	89,35
s			9,75	9,11	5,26	16,34	17,42	10,27	8,88	13,07	9,49	9,43	15,50	13,79	25,35	14,06	10,76	14,60	
Min			61,9	58,4	63,4	60,0	54,7	66,7	66,2	65,2	60,2	63,2	58,8	58,9	62,6	58,5	59,3	67,3	
Max			85,1	84,0	75,4	102,7	96,5	91,7	89,0	95,2	86,5	87,7	98,0	93,2	126,1	94,6	90,9	110,7	
nachmittags		x_a	78,94	79,06	68,07	70,04	72,16	68,26	75,49	80,94	72,71	70,68	81,19	77,00	78,04	76,28	76,77	82,57	
		s	10,80	14,28	4,56	9,28	12,82	12,13	5,91	15,96	5,34	9,99	14,34	10,02	11,40	9,99	7,24	12,83	
		Min	67,4	63,2	64,9	60,1	55,3	56,3	67,7	57,9	65,4	60,2	61,9	65,7	62,9	65,8	65,7	70,8	
		Max	95,9	100,3	75,6	84,8	90,4	85,7	80,2	101,0	79,8	85,7	101,0	88,0	90,9	91,7	87,7	109,5	
n		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8		

Tabelle 73: Anzahl Extrasystolen an den einzelnen antepartal Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung und aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags. Angegeben sind der geometrische Mittelwert (x_g) und der Streufaktor (SF), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n).

Tage a. p.		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Stuten insgesamt	morgens	x_g	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	
		SF	2,5	2,8	3,5	1,8	1,5	2,6	1,9	3,2	2,3	2,9	1,6	2,1	2,1	2,1	1,8	2,4
	nachmittags	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Max	4	6	13	1	1	6	2	14	7	8	2	4	5	7	3	8
n	morgens	x_g	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
		SF	2,7	3,0	1,9	2,0	1,5	2,0	2,0	2,8	1,8	2,6	1,9	1,8	1,6	2,0	1,8	2,0
	nachmittags	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Max	4	8	2	2	1	4	3	10	3	6	2	1	1	2	4	5
n		7	8	8	9	11	13	13	13	15	15	16	16	16	19	20	21	

Tabelle 74: Anzahl Extrasystolen an den einzelnen antepartalen Messtagen in den Gruppen 1 und 2, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags. Angegeben sind der geometrische Mittelwert (x_g) und der Streufaktor (SF), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweiligen Tierzahl (n).

Tage a. p.		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
Gruppe 1 (unauffällig)	morgens	x_g	0	0,2	0	0,3	0	0,2	0,3	0,1	0,2	0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2		
		SF	1,0	2,1	1,0	2,1	1,0	2,2	2,2	2,4	2,8	2,6	1,0	2,3	2,4	2,6	1,9	2,1	
		Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Max	0	1	0	1	0	2	2	4	7	6	0	4	4	5	7	3	2
		x_g	1,0	0	0	0,5	0	0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	nachmittags	SF	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	1,0	2,3	2,1	2,1	2,6	1,9	1,7	1,5	1,9	2,2	2,2	
		Min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Max	1	0	0	2	0	0	3	2	3	6	2	1	1	2	4	5	
		n	2	3	3	4	5	7	8	8	9	10	11	11	11	11	12	13	
		x_g	0,2	0,3	0,4	0	0,1	0,3	0	0,4	0	0,3	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0,2	
Gruppe 2 (Risiko)	morgens	SF	3,0	3,6	4,9	1,0	1,8	3,6	1,0	5,1	4,0	2,3	1,8	1,8	1,0	1,6	3,0		
		Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Max	4	6	13	0	1	6	0	14	0	8	2	1	0	0	1	8	
		x_g	0,2	0,3	0,2	0	0,1	0,2	0	0,4	0	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0	0,1	
		SF	3,0	4,0	2,3	1,0	1,8	3,0	1,0	4,4	1,0	3,0	2,0	2,0	1,8	2,1	1,0	1,8	
	nachmittags	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Max	4	8	2	0	1	4	0	10	0	4	1	1	1	2	0	1	
		n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8	

8.2.2.2 Fetale Parameter

Tabelle 75: Anteil der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit (Prozentfehlerzeit PZF) der fetalen EKGs von Stuten mit ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Stuten mit Komplikationen (Gruppe 2) unterteilt in die Messzeitpunkte (MZP) morgens (1) und nachmittags (2). Angegeben ist die absolute Häufigkeiten der erzielten Scorekategorien (1: ≤ 5 %, 2: $> 5 - 20$ %, 3: $> 20 - 35$ %, 4: $> 35 - 50$ %, 5: $> 50 - 75$ %, 6: > 75 %) sowie die Tierzahl (n)

Tage a. p.	15/14		13/12		11/10		9/8		7/6		5/4		3/2		1/0			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
MZP	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Score																		
Gruppe 1 (unauffällig)	1	3	1	4	4	3	5	4	4	7	4	6	5	4	4	5	4	6
	2	-	1	-	-	2	-	2	2	-	2	2	2	4	4	3	2	4
	3	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	4	2	2	2	-	-
	4	-	-	-	-	1	-	1	1	1	2	1	-	-	-	-	1	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3
	6	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	1	2	3
	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
n	3	3	4	4	6	6	8	8	10	10	10	11	11	11	13	13	13	
Gruppe 2 (Risiko)	1	3	3	2	3	2	2	2	2	4	3	2	4	4	4	4	4	2
	2	-	-	-	1	3	1	2	1	-	-	1	-	-	1	1	-	-
	3	1	1	1	1	-	-	-	-	-	2	-	1	2	1	1	1	2
	4	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	2	1	2	2
	5	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	6	-	-	1	1	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1	1	1
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	8	8	8	8	

Tabelle 76: Verlauf der basalen fetalen Herzfrequenz (Schläge/ min) aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) unterteilt in die Messzeitpunkte (MZP) morgens (1) und nachmittags (2). Angegeben ist der arithmetische Mittelwert (x_a) und die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweilige Tierzahl.

Tage a. p.	15/14		13/12		11/10		9/8		7/6		5/4		3/2		1/0		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Stuten insgesamt	MZP																
	x_a	80,9	78,1	72,6	70,0	71,5	72,5	68,6	68,1	67,6	66,6	65,8	67,2	70,3	70,6	73,8	
	s	16,4	15,0	6,2	4,8	5,3	4,7	6,5	6,2	5,9	4,1	6,7	7,2	6,4	7,0	11,0	
	Min	60	63	62	64	64	66	60	58	57	60	53	56	62	60	59	
	Max	115	108	79	78	80	79	81	79	76	73	74	77	81	82	83	109
	n	8	7	8	8	11	11	12	11	14	14	15	16	17	18	16	18
Gruppe 1 (unauffällig)	x_a	69,7	67,0	71,3	66,8	70,7	71,3	68,9	68,4	67,7	66,7	65,2	65,7	68,2	69,8	71,6	
	s	8,4	5,7	6,2	3,2	5,7	5,2	5,0	6,5	5,4	4,0	7,4	6,4	5,7	6,3	6,0	
	Min	60	63	62	64	64	66	61	60	62	61	53	54	56	60	59	
	Max	75	71	75	70	80	78	75	79	76	73	74	73	76	82	80	
	n	3	2	4	4	6	6	8	7	9	9	10	11	10	9	11	
	x_a	87,6	82,6	74,0	73,3	72,4	73,8	68,0	67,5	67,6	66,6	67,0	65,4	69,7	73,0	71,7	77,3
Gruppe 2 (Risiko)	s	16,9	15,6	6,8	3,8	5,3	4,2	9,8	6,5	7,2	4,6	5,8	7,4	9,5	8,2	16,1	
	Min	69	69	64	69	67	69	60	58	57	60	58	59	64	61	62	
	Max	115	108,	79	78	78	79	81	72	74	71	73	77	81	82	83	109
	n	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	6	7	7	

Tabelle 77: Verlauf des Minimums der fetalen Herzfrequenz (Schläge/ min) aller Fetten der Verlaufsuntersuchung, der Fetten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Fetten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) unterteilt in die Messzeitpunkte (MZP) morgens (1) und nachmittags (2). Angegeben ist der arithmetische Mittelwert (x_a) und die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweilige Tierzahl.

Tage a. p.	15/ 14		13/ 12		11/ 10		9/ 8		7/ 6		5/ 4		3/ 2		1/ 0		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Stuten insgesamt	MZP																
	x_a	73,6	71,3	64,6	64,7	65,4	64,3	64,1	62,5	61,5	60,8	60,3	60,6	62,1	64,1	65,2	67,1
	s	16,3	14,3	6,3	4,3	4,5	4,9	6,9	6,1	5,2	4,6	5,5	6,5	6,6	6,5	6,4	10,5
	Min	58	58	56	58	59	55	53	54	53	52	50	51	52	55	53	52
	Max	110	105	72	70	73	70	75	75	70	68	69	70	74	77	75	104
	n	8	8	9	9	11	12	13	13	15	15	15	16	18	19	21	21
Gruppe 1 (unauffällig)	x_a	64,3	64,0	62,5	61,5	65,3	63,1	63,9	63,6	61,6	61,0	59,8	61,3	61,4	62,4	65,1	65,5
	s	5,5	6,6	4,0	4,0	5,0	5,3	6,5	6,3	4,6	5,0	5,9	6,4	5,6	6,1	5,9	5,8
	Min	58	58	59	58	59	55	53	56	53	52	50	51	52	55	54	52
	Max	68	71	68	67	73	70	74	75	68	68	69	70	71	77	74	72
	n	3	3	4	4	6	7	8	8	10	10	10	11	11	11	13	13
	x_a	79,2	75,6	66,2	67,2	65,4	66,0	64,4	60,6	61,4	60,4	61,4	59,0	63,1	66,4	65,4	69,9
Gruppe 2 (Risiko)	s	18,6	16,6	7,6	2,6	4,5	4,3	8,3	6,0	7,0	4,1	5,3	7,0	8,4	6,8	7,6	15,6
	Min	61	65	56	65	60	61	56	54	53	55	54	51	54	60	53	58
	Max	110	105	72	70	72	70	75	68	70	65	68	69	74	77	75	104
	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	8	8	8

Tabelle 78: Verlauf des Maximums der fetalen Herzfrequenz (Schläge/ min) aller Fetten der Verlaufsuntersuchung, der Fetten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Fetten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) unterteilt in die Messzeitpunkte (MZP) morgens (1) und nachmittags (2). Angegeben ist der arithmetische Mittelwert (x_a) und die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweilige Tierzahl.

Tage a. p.	15/14		13/12		11/10		9/8		7/6		5/4		3/2		1/0		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Stuten insgesamt	MZP																
	x_a	132,9	143,6	141,9	138,9	130,7	135,3	134,8	139,5	134,1	117,3	120,9	116,8	117,3	133,1	135,8	127,6
	s	21,0	26,5	38,4	29,5	48,5	31,1	29,1	46,8	34,7	29,1	38,7	22,2	23,6	29,3	19,5	30,5
	Min	108	103	94	108	84	96	93	87	86	84	87	80	89	90	102	84
	Max	167	183	211	192	230	182	188	228	206	193	234	160	175	206	178	222
	n	8	8	9	9	11	12	13	13	15	15	15	16	16	18	19	21
Gruppe 1 (unauffällig)	x_a	141,3	135,0	152,0	142,3	139,3	136,4	140,0	136,4	140,4	122,7	119,7	111,9	113,7	140,6	129,0	128,3
	s	27,7	37,3	42,3	26,9	60,7	28,8	32,6	50,7	35,8	34,2	46,6	23,6	21,5	35,5	16,8	37,0
	Min	112	103	111	112	84	98	93	87	86	84	87	80	89	90	102	84
	Max	167	176	211	170	230	178	188	228	206	193	234	160	175	206	167	222
	n	3	3	4	4	6	7	8	8	8	10	10	10	11	11	13	13
	x_a	127,8	148,8	133,8	136,2	119,4	133,8	126,4	144,4	121,6	106,6	123,2	127,6	123,0	122,8	146,8	126,5
Gruppe 2 (Risiko)	s	17,4	21,1	37,6	34,4	31,8	37,6	23,0	45,2	32,3	10,8	18,7	15,6	27,4	14,2	19,6	17,6
	Min	108	131	94	108	94	96	107	89	97	97	104	114	100	107	123	104
	Max	146	183	187	192	174	182	164	210	171	125	150	154	175	149	178	153
	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	8	8	8

Tabelle 79: Anzahl der Akzelerationen Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Graviddität (Gruppe 1) und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) unterteilt in die Messzeitpunkte (MZP) morgens (1) und nachmittags (2). Angegeben ist der geometrische Mittelwert (x_g) und der Streufaktor (SF), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweilige Tierzahl.

Tage a. p.	15/14		13/12		11/10		9/8		7/6		5/4		3/2		1/0	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Stuten insgesamt	MZP	5,0	4,7	7,3	6,8	6,6	5,6	5,5	5,4	7,1	7,0	5,0	6,6	6,7	4,3	
	x_g	2,2	2,3	1,6	1,5	2,6	1,8	2,6	2,1	1,3	1,7	2,6	1,7	2,0	2,4	
	SF	1	1	3	4	0	2	2	0	1	4	0	2	1	0	
	Min	14	15	14	13	13	11	10	15	12	11	14	14	15	12	
	Max	8	7	8	9	10	11	11	13	14	15	16	16	18	17	
Gruppe 1 (unauffällig)	x_g	4,4	6,9	6,8	8,1	8,6	6,4	5,4	4,2	5,7	6,6	6,9	6,0	8,8	5,6	6,1
	SF	1,9	1,2	1,5	1,6	1,4	1,7	1,9	3,0	2,1	1,3	1,3	2,1	1,4	2,2	1,5
	Min	2	6	4	4	6	2	2	0	1	4	5	1	5	1	2
	Max	7	8	11	13	13	11	10	10	12	9	14	14	14	15	10
	n	3	2	4	4	6	8	7	8	9	10	11	11	10	9	11
Gruppe 2 (Risiko)	x_g	5,3	4,0	7,0	6,5	3,4	7,1	5,9	9,0	4,8	8,3	7,2	3,7	4,6	8,3	2,5
	SF	2,6	2,7	1,8	1,4	3,7	1,7	1,9	1,6	2,2	1,3	2,6	4,0	1,7	1,6	3,3
	Min	1	1	3	4	0	3	2	5	1	5	1	0	2	3	0
	Max	14	15	14	8	10	10	9	15	9	11	12	9	9	13	12
	n	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	8	7	6

Tabelle 80: Kategorisierung (Kat.) der Akzelerationen (Akz.) Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) aller Fetten der Verlaufsuntersuchung, der Fetten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Fetten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) der Morgenmessung (Kategorie 0: 0 Akz., 1: 1 Akz., 2: 2 - 5 Akz., 3: > 5 - 10 Akz., 4: > 10 - 15 Akz.)

Tage a. p.	15/14	13/12	11/10	9/8	7/6	5/4	3/2	1/0
Kat.	morgens	morgens	morgens	morgens	morgens	morgens	morgens	morgens
0	-	-	1 (9%)	-	1 (7%)	-	1 (6%)	-
1	1 (12,5%)	-	-	-	1 (7%)	-	1 (6%)	1 (6%)
2	2 (25%)	2 (25%)	1 (9%)	3 (25%)	1 (7%)	4 (27%)	4 (24%)	4 (25%)
3	4 (50%)	4 (50%)	7 (64%)	7 (58%)	9 (64%)	10 (67%)	8 (47%)	7 (44%)
4	1 (12,5%)	2 (25%)	2 (18%)	2 (17%)	2 (14%)	1 (7%)	3 (18%)	4 (25%)
n	8	8	11	12	14	15	17	16
0	-	-	-	-	1 (11%)	-	-	-
1	-	-	-	-	1 (11%)	-	1 (9%)	1 (11%)
2	1 (33%)	1 (25%)	-	2 (25%)	-	3 (30%)	3 (27%)	3 (33%)
3	2 (66%)	2 (50%)	4 (67%)	4 (50%)	7 (78%)	7 (70%)	4 (36%)	3 (33%)
4	-	1 (25%)	2 (33%)	2 (25%)	-	-	3 (27%)	2 (22%)
n	3	4	6	8	9	10	11	9
0	-	-	1 (20%)	-	-	-	1 (17%)	-
1	1 (20%)	-	-	-	-	-	-	-
2	1 (20%)	1 (25%)	1 (20%)	1 (25%)	1 (20%)	1 (20%)	1 (17%)	1 (14%)
3	2 (40%)	2 (50%)	3 (60%)	3 (75%)	2 (40%)	3 (60%)	4 (67%)	4 (57%)
4	1 (20%)	1 (25%)	-	-	2 (40%)	1 (20%)	-	2 (29%)
n	5	4	5	4	5	5	6	7

Tabelle 81: Kategorisierung (Kat.) der Akzelerationen (Akz.) Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) aller Fetten der Verlaufsuntersuchung, der Fetten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Fetten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) bei der Nachmittagsmessung (Kategorie 0: 0 Akz., 1: 1 Akz., 2: 2 - 5 Akz., 3: > 5 - 10 Akz., 4: > 10 - 15 Akz.)

Tage a. p.	15/14		13/12		11/10		9/8		7/6		5/4		3/2		1/0	
	Kat.	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags
Stuten insgesamt	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (6 %)	
	1	1 (14 %)	-	-	-	-	-	-	2 (14 %)	-	1 (7 %)	-	-	-	1 (6 %)	
	2	2 (29 %)	2 (25 %)	5 (45 %)	4 (36 %)	4 (29 %)	3 (20 %)	7 (39 %)	4 (29 %)	3 (20 %)	3 (20 %)	7 (39 %)	7 (39 %)	6 (33 %)		
	3	3 (43 %)	5 (63 %)	3 (27 %)	7 (64 %)	7 (50 %)	8 (53 %)	7 (39 %)	7 (50 %)	8 (53 %)	8 (53 %)	7 (39 %)	7 (39 %)	9 (50 %)		
	4	1 (14 %)	1 (12 %)	3 (27 %)	-	1 (7 %)	3 (20 %)	4 (22 %)	1 (7 %)	3 (20 %)	3 (20 %)	4 (22 %)	4 (22 %)	1 (6 %)		
n	7	8	11	11	14	15	18	14	15	18	18	18	18	18		
Gruppe 1 (unauffällig)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	1 (11 %)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	1 (25 %)	2 (33 %)	3 (43 %)	3 (33 %)	3 (27 %)	2 (20 %)	3 (33 %)	3 (27 %)	3 (27 %)	2 (20 %)	2 (20 %)	3 (27 %)		
	3	2 (100 %)	2 (50 %)	1 (17 %)	4 (57 %)	4 (44 %)	7 (64 %)	4 (40 %)	4 (44 %)	7 (64 %)	7 (64 %)	4 (40 %)	4 (40 %)	8 (73 %)		
	4	-	1 (25 %)	3 (50 %)	-	1 (11 %)	1 (9 %)	4 (40 %)	1 (11 %)	1 (9 %)	1 (9 %)	4 (40 %)	4 (40 %)	-		
n	2	4	6	7	9	11	10	9	11	11	10	10	11			
Gruppe 2 (Risiko)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (14 %)	
	1	1 (20 %)	-	-	-	1 (20 %)	1 (20 %)	-	1 (20 %)	1 (20 %)	1 (20 %)	-	-	1 (14 %)		
	2	2 (40 %)	1 (25 %)	3 (60 %)	1 (25 %)	1 (20 %)	-	5 (63 %)	1 (20 %)	-	-	5 (63 %)	3 (37 %)	3 (43 %)		
	3	1 (20 %)	3 (75 %)	2 (40 %)	3 (75 %)	3 (60 %)	1 (20 %)	3 (37 %)	3 (60 %)	1 (20 %)	1 (20 %)	3 (37 %)	3 (37 %)	1 (14 %)		
	4	1 (20 %)	-	-	-	-	-	-	-	-	3 (60 %)	-	-	1 (14 %)		
n	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	8	7			

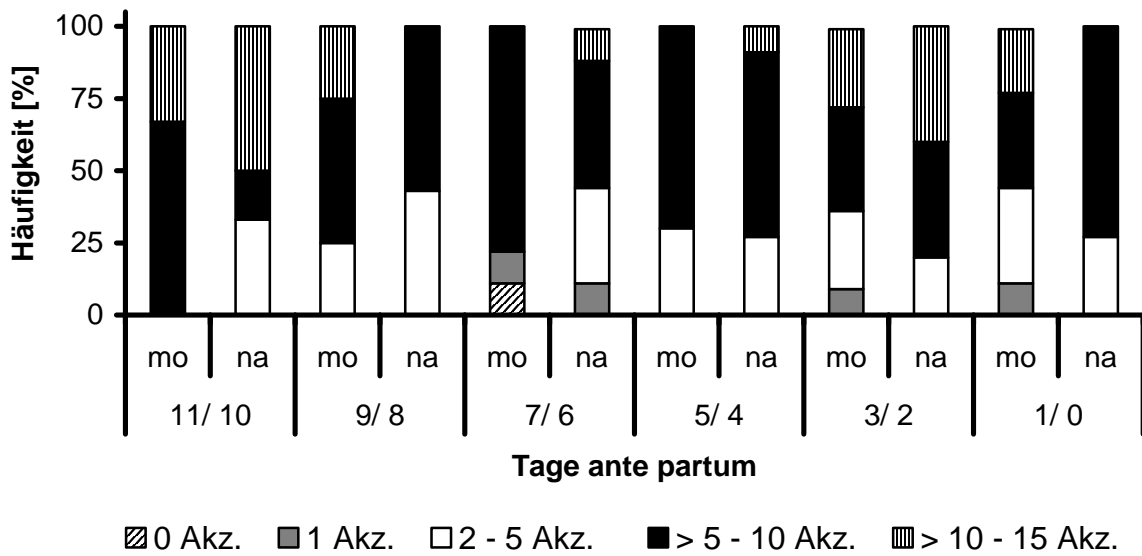


Abbildung 51: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen (Akz.) Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) bei den Messungen in Gruppe 1 von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens (mo) und nachmittags (na).

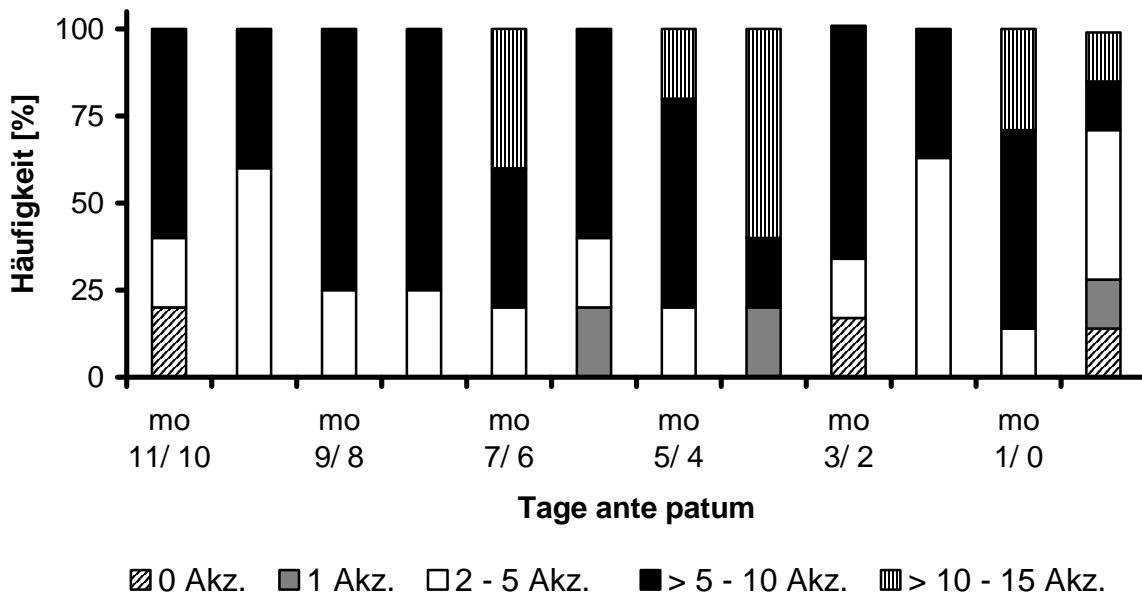


Abbildung 52: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen (Akz.) Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) bei den Messungen in Gruppe 2 von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens (mo) und nachmittags (na).

Tabelle 82: Amplitude der Akzelerationen Typ I (Mindestdauer 30 Sekunden) in Schlägen/ min aller Fetten der Verlaufsuntersuchung, der Fetten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Fetten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) unterteilt in die Messzeitpunkte (MZP) morgens (1) und nachmittags (2). Angegeben ist der arithmetische Mittelwert (x_a) und die Standardabweichung (s), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweilige Tierzahl.

Tage a. p.		15/14		13/12		11/10		9/8		7/6		5/4		3/2		1/0	
Stufen insgesamt	MZP	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	x_a	37,9	36,3	32,4	31,5	29,4	38,6	32,2	32,6	30,2	30,6	28,2	29,3	28,8	35,5	36,5	35,1
	s	14,1	11,0	9,0	10,8	12,7	22,9	7,1	14,9	15,3	11,6	9,7	6,4	8,3	10,7	8,5	13,1
	Min	23	21	20	21	16	18	20	13	16	18	17	20	19	19	17	22
	Max	62	55	50	55	54	100	44	57	75	63	47	38	46	65	51	60
Gruppe 1 (unauffällig)	n	8	7	8	9	10	11	12	11	13	14	15	16	16	18	16	17
	x_a	39,3	43,5	34,8	29,8	30,5	43,7	33,1	30,0	33,0	32,2	27,9	27,7	26,4	35,3	34,9	35,6
	s	11,0	16,3	10,6	7,0	15,3	28,3	7,8	13,6	18,9	13,8	11,3	6,7	7,9	13,1	9,5	14,2
	Min	27	32	27	21	16	22	20	13	16	18	17	20	19	19	17	22
	Max	48	55	50	38	54	100	44	49	75	63	47	38	41	65	48	60
Gruppe 2 (Risiko)	n	3	2	4	4	6	6	8	7	8	9	10	11	11	10	9	11
	x_a	37,0	33,4	30,0	33,3	27,8	32,4	30,3	37,0	25,8	27,8	28,8	32,6	34,2	35,8	38,6	34,2
	s	16,8	8,9	7,8	14,6	9,5	14,9	6,1	18,1	5,9	6,7	6,1	4,7	6,9	7,5	7,3	11,8
	Min	23	21	20	24	22	18	23	13	20	19	19	27	28	27	30	23
	Max	62	43	39	55	42	55	37	57	35	35	34	36	46	49	51	55
n	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	8	7	6	

Tabelle 83: Anzahl der Akzelerationen Typ II (Mindestdauer 1 Minute) aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Graviddität (Gruppe 1) und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) unterteilt in die Messzeitpunkte (MZP) morgens (1) und nachmittags (2). Angegeben ist der geometrische Mittelwert (x_g) und der Streufaktor (SF), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweilige Tierzahl.

Tage a. p.		15/14		13/12		11/10		9/8		7/6		5/4		3/2		1/0	
Stuten insgesamt	MZP	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	x_g	2,5	1,8	2,5	3,7	2,0	2,9	2,6	2,2	2,3	2,4	3,5	3,6	2,0	2,0	3,5	1,6
	SF	2,7	3,5	2,6	1,8	2,9	2,0	2,4	3,1	3,3	2,3	1,5	2,3	2,4	3,1	2,1	2,7
	Min	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	Max	7	7	8	7	9	8	7	8	11	8	8	10	7	9	10	6
n	8	7	8	9	10	11	12	11	13	14	15	16	16	18	16	17	
Gruppe 1 (unauffällig)	x_g	2,7	3,5	3,0	3,8	2,8	3,4	1,9	1,9	1,6	2,7	2,9	3,3	2,0	4,5	3,0	2,1
	SF	2,2	1,2	1,5	2,1	1,9	2,2	2,5	2,7	3,6	2,0	1,5	1,7	2,4	1,5	2,3	2,1
	Min	1	3	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	2	1	0
	Max	6	4	5	7	9	8	6	6	7	8	5	10	7	9	10	6
	n	3	2	4	4	6	6	8	7	8	9	10	11	11	10	9	11
Gruppe 2 (Risiko)	x_g	2,4	1,4	2,0	3,7	1,3	2,4	4,6	3,0	4,2	1,9	5,0	4,2	2,1	0,6	4,3	1,0
	SF	3,2	4,3	3,8	1,6	4,2	1,8	1,7	4,3	2,5	3,0	1,4	4,1	2,6	3,0	1,9	3,5
	Min	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	3	0	0	0	1	0
	Max	7	7	8	6	8	6	7	8	11	6	8	10	6	4	10	6
	n	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	8	7	6

Tabelle 84: Kategorisierung (Kat.) der Akzelerationen (Akz.) Typ II (Mindestdauer 1 Minute) aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Graviddität (Gruppe 1) und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) der Morgenmessung (Kategorie 0: 0 Akz., 1: 1 Akz., 2: 2 - 5 Akz., 3: > 5 - 10 Akz., 4: > 10 - 15 Akz.)

Tage a. p.	15/14	13/12	11/10	9/8	7/6	5/4	3/2	1/0
Kat.	morgens	morgens	morgens	morgens	morgens	morgens	morgens	morgens
0	1 (12,5 %)	1 (12,5 %)	2 (18 %)	1 (8 %)	3 (21 %)	-	2 (12 %)	-
1	1 (12,5 %)	-	1 (9 %)	2 (17 %)	1 (7 %)	1 (7 %)	3 (18 %)	4 (25 %)
2	4 (50 %)	6 (75 %)	6 (55 %)	6 (50 %)	7 (50 %)	13 (87 %)	9 (53 %)	7 (44 %)
3	2 (25 %)	1 (12,5 %)	2 (19 %)	3 (25 %)	2 (14 %)	1 (7 %)	3 (18 %)	5 (31 %)
4	-	-	-	-	1 (7 %)	-	-	-
n	8	8	11	12	14	15	17	16
0	-	-	-	1 (12,5 %)	3 (33 %)	-	1 (9 %)	-
1	1 (33 %)	-	1 (17 %)	2 (25 %)	-	1 (10 %)	3 (27 %)	3 (33 %)
2	1 (33 %)	4 (100 %)	4 (67 %)	4 (50 %)	5 (56 %)	9 (90 %)	5 (45 %)	4 (44 %)
3	1 (33 %)	-	1 (17 %)	1 (12,5 %)	1 (11 %)	-	2 (18 %)	2 (22 %)
4	-	-	-	-	-	-	-	-
n	3	4	6	8	9	10	11	9
0	1 (20 %)	1 (25 %)	2 (40 %)	-	-	-	1 (17 %)	-
1	-	-	-	-	1 (20 %)	-	-	1 (14 %)
2	3 (60 %)	2 (50 %)	2 (40 %)	2 (50 %)	2 (40 %)	4 (80 %)	4 (67 %)	3 (43 %)
3	1 (20 %)	1 (25 %)	1 (20 %)	2 (50 %)	1 (20 %)	1 (20 %)	1 (17 %)	3 (43 %)
4	-	-	-	-	1 (20 %)	-	-	-
n	5	4	5	4	5	5	6	7

Tabelle 85: Kategorisierung (Kat.) der Akzelerationen (Akz.) Typ II (Mindestdauer 1 Minute) aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) bei der Nachmittagsmessung (Kategorie 0: 0 Akz., 1: 1 Akz., 2: 2 - 5 Akz., 3: > 5 – 10 Akz., 4: > 10 – 15 Akz.)

Tage a. p.	15/14	13/12	11/10	9/8	7/6	5/4	3/2	1/0
Kat.	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags	nachmittags
0	2 (29 %)	-	-	2 (18 %)	1 (7 %)	1 (6 %)	4 (22 %)	4 (22 %)
1	-	1 (12,5 %)	3 (27 %)	2 (18 %)	3 (21 %)	1 (6 %)	1 (6 %)	1 (6 %)
2	3 (43 %)	5 (62,5 %)	4 (36 %)	3 (27 %)	7 (50 %)	8 (50 %)	11 (61 %)	11 (61 %)
3	2 (29 %)	2 (25 %)	4 (36 %)	4 (36 %)	3 (21 %)	6 (38 %)	2 (11 %)	2 (11 %)
4	-	-	-	-	-	-	-	-
n	7	8	11	11	14	16	18	18
0	-	-	-	1 (14 %)	-	-	-	1 (9 %)
1	-	1 (25 %)	2 (33 %)	2 (29 %)	3 (33 %)	1 (9 %)	-	1 (9 %)
2	2 (100 %)	2 (50 %)	1 (17 %)	3 (43 %)	4 (44 %)	8 (73 %)	8 (80 %)	8 (73 %)
3	-	1 (25 %)	3 (50 %)	1 (14 %)	2 (22 %)	2 (18 %)	2 (20 %)	1 (9 %)
4	-	-	-	-	-	-	-	-
n	2	4	6	7	9	11	10	11
0	2 (40 %)	-	-	1 (25 %)	1 (20 %)	1 (20 %)	4 (50 %)	3 (43 %)
1	-	-	1 (20 %)	-	-	-	1 (12,5 %)	-
2	1 (20 %)	3 (75 %)	3 (60 %)	-	3 (60 %)	-	3 (37,5 %)	3 (43 %)
3	2 (40 %)	1 (25 %)	1 (20 %)	3 (75 %)	1 (20 %)	4 (80 %)	-	1 (14 %)
4	-	-	-	-	-	-	-	-
n	5	4	5	4	5	5	8	7

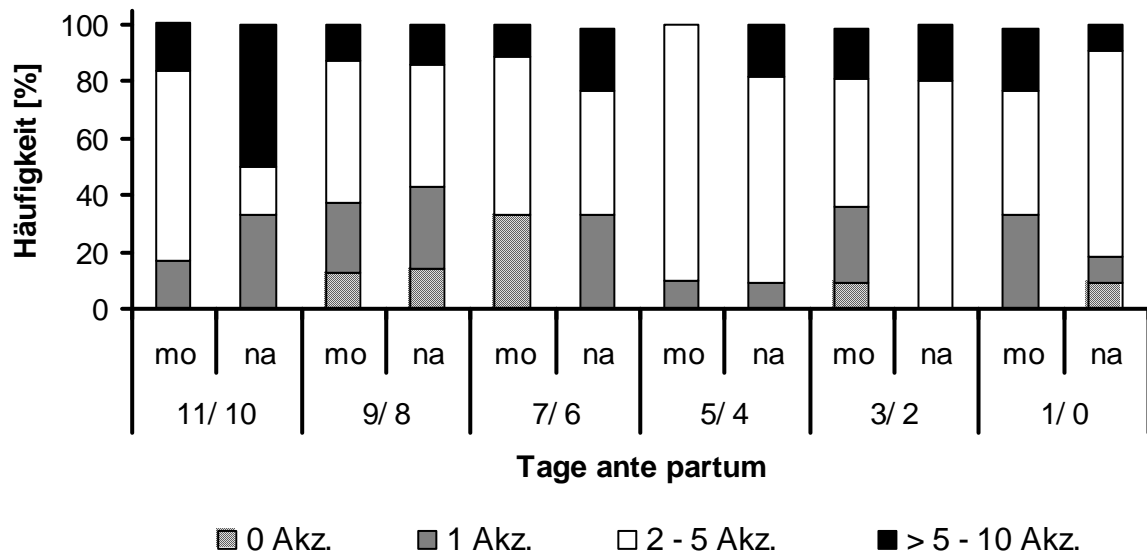


Abbildung 53: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen (Akz.) Typ II (Mindestdauer 1 Minute) bei den Messungen in Gruppe 1 von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens (mo) und nachmittags (na).

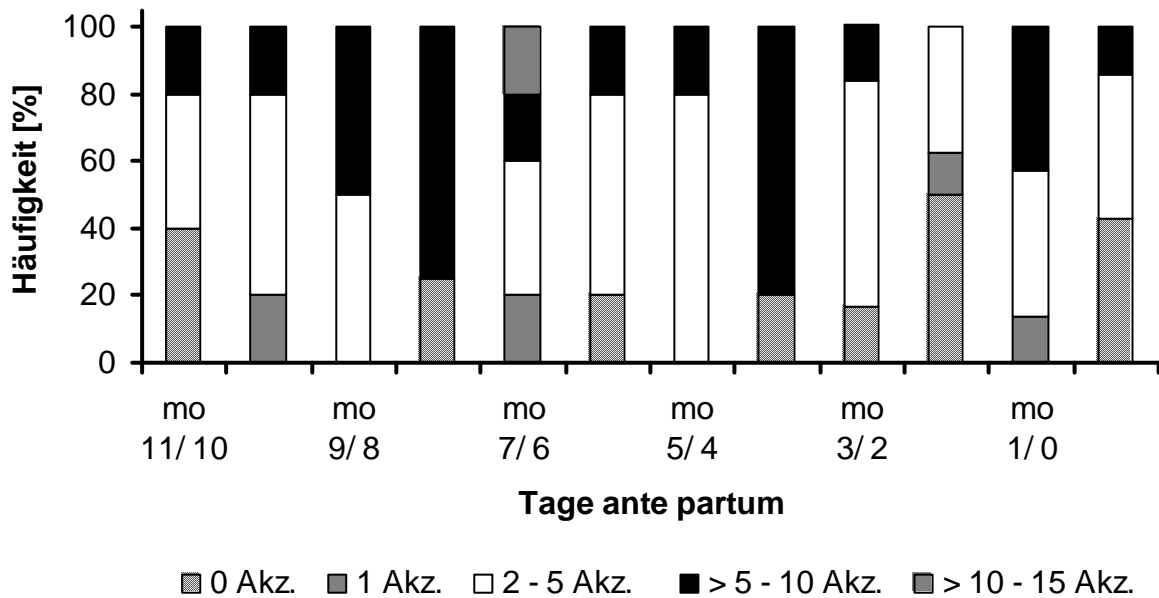


Abbildung 54: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen (Akz.) Typ II (Mindestdauer 1 Minute) bei den Messungen in Gruppe 2 von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens (mo) und nachmittags (na).

Tabelle 86: Dauer der längsten Akzeleration (min) aller Fetten der Verlaufsuntersuchung, der Fetten aus ungestörter Gravidität (Gruppe 1) und Fetten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen (Gruppe 2) unterteilt in die Messzeitpunkte (MZP) morgens (1) und nachmittags (2). Angegeben ist der geometrische Mittelwert (x_g) und der Streufaktor (SF), sowie Minimum (Min) und Maximum (Max) und die jeweilige Tierzahl.

Tage a. p.	15/14		13/12		11/10		9/8		7/6		5/4		3/2		1/0		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Stuten insgesamt	MZP																
	x_g	3,21	1,84	2,66	3,82	2,47	2,96	3,56	2,78	2,55	3,53	4,29	4,28	3,31	2,91	3,72	2,25
	SF	3,24	2,68	2,46	1,83	2,55	1,91	2,55	2,84	2,60	2,83	2,46	2,59	2,78	2,65	2,01	2,38
	Min	0,6	0,8	0,8	2,4	0,8	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	1,2	0,6	0,6	0,6	1,0	0,6
	Max	23,6	14,0	8,0	12,0	11,0	9,6	17,0	12,0	20,0	21,4	18,2	14,0	14,0	12,0	12,2	10,0
Gruppe 1 (unauffällig)	n	8	7	8	9	10	11	12	11	13	14	15	16	16	18	16	17
	x_g	4,83	5,80	1,89	5,74	2,12	2,65	3,01	3,00	2,82	4,09	3,80	4,55	2,84	3,95	3,03	1,93
	SF	4,24	3,48	1,98	1,88	2,35	2,38	3,00	3,12	3,10	2,59	2,59	2,53	2,93	1,79	2,20	1,74
	Min	1,4	2,4	1,0	3,4	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6	1,0	1,2	1,0	0,6	1,8	1,0	4,6
	Max	23,6	14,0	5,0	12,0	9,4	9,6	17,0	12,0	20,0	21,4	10,8	14,0	11,6	11,6	12,2	10,0
Gruppe 2 (Risiko)	n	3	2	4	4	6	6	8	7	8	9	10	11	11	10	9	11
	x_g	2,52	1,17	3,73	2,54	3,09	3,38	4,95	2,42	2,17	2,72	5,46	3,74	4,64	1,99	4,84	2,97
	SF	2,96	1,57	2,86	1,12	3,13	1,30	1,53	2,71	1,95	3,53	2,32	3,01	2,47	3,50	1,64	3,61
	Min	0,6	0,8	0,8	2,4	0,8	2,8	4,0	0,6	1,0	0,6	2,0	0,6	1,4	0,6	2,2	0,6
	Max	12,6	2,0	8,0	3,0	11,0	4,6	9,4	6,4	4,4	12,4	18,2	9,6	14,0	12,0	9,0	10,0
n	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	8	7	6	

8.2.3 Einzeluntersuchung

Tabelle 87: Maternale Parameter der Einzeluntersuchung (Gruppe 3.1: unauffällige Tiere, Gruppe 3.2: Koliksymptomatik. Gruppe 3.3: Stute in der Geburt) (Tiernr: = Tiernummer, HF= Herzfrequenz)

		Stute					
Gruppe	Tierr	Trächtigkeitstag	Aufzeichnungsdauer (min)	Mittelwert HF (Schläge/ min)	Minimum HF (Schläge/ min)	Maximum HF (Schläge/ min)	Anzahl Extrasystolen
3.1	24	> 300	40,0	57,98	36,06	93,75	-
	26	298	40,0	55,81	42,25	79,37	-
	29	344	40,0	40,60	31,55	134,53	-
	30	333	40,0	45,61	39,27	80,86	-
3.2	23	300-330	8,0	70,29	48,94	82,42	-
	25	308	6,2	54,11	44,31	100,33	-
	27	346	16,8	47,17	47,17	78,53	1
3.3	28	287	20,0	59,84	39,53	101,01	-
	22	354	24,2	101,96	76,76	119,05	-

Tabelle 88: Fetale Parameter der Einzeluntersuchung (Gruppe 3.1: unauffällige Tiere, Gruppe 3.2: Koliksymptomatik. Gruppe 3.3: Stufe in der Geburt) unter Angabe des Trächtigkeitstages bei Messung (Tiernr. = Tiernummer, HF= Herzfrequenz, Akz. I/ II = Akzelerationen Typ I/ Typ II, Dez. = Dezelerationen)

Gruppe	Tiernr	Trächtigkeitstag	Fetus							Dauer der längsten Akz. (min)
			Aufzeichnungsdauer (min)	Basale HF (Schläge/min)	Minimum HF (Schläge/min)	Maximum HF (Schläge/min)	Anzahl Akz.Type I	Amplitude Akz.Type I (Schläge/min)	Anzahl Akz. Typ II	
3.1	24	> 300	40,0	79	72	167	3	49	2	2,0
	26	298	40,0	95	90	158	3	61	3	5,0
	29	344	40,0	63	56	102	6	28	4	7,0
	30	333	40,0	83	78	137	9	34	4	1,4
3.2	23	300-330	8,0	91	82	108	0	-	0	-
	25	308	6,2	102	88	138	1	29	0	0,6
	27	346	16,8	nb	62	100	nb	-	nb	nb
	28	287	20,0	98	91	112	0	-	0	-
3.3	22	354	24,2	109	97	168	2	42	2	2,0

nb= nicht beurteilbar

8.3 Ergebnisse der Varianzanalyse

8.3.1 Stute

Tabelle 89: Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die erhobenen antepartalen maternalen Parameter der Gruppen 1 (komplikationslose Trächtigkeit) und 2 (Trächtigkeit mit Komplikationen) bei Betrachtung der Haupteffekte Gruppe, Zeit und Messzeitpunkt unter Angabe des p- Wertes.

Parameter		Haupteffekte		
		Gruppe	Zeit	Messzeitpunkt
Rektale Körpertemperatur		n. s. (p = 0,13)	n. s. (p = 0,36)	-
Atemfrequenz		n. s. (p = 0,99)	n. s. (p = 0,73)	-
Maternale Herzfrequenz	Mittelwert	n. s. (p = 0,46)	*** (p < 0,0001)	* (p = 0,013)
	Minimum	n. s. (p = 0,93)	*** (p < 0,0001)	** (p = 0,0007)
	Maximum	n. s. (p = 0,78)	*** (p = 0,0004)	* (p = 0,019)
Anzahl AV – Blöcke 2. Grades		n. s. (p = 0,75)	* (p = 0,048)	n. s. (p = 0,58)
Anzahl Extrasystolen		n. s. (p = 0,93)	* (p = 0,045)	n. s. (p = 0,91)
Aktivität während der Messung		n. s. (p = 0,34)	* (p = 0,041)	n. s. (p = 0,32)

n. s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant (p ≤ 0,05); ** = signifikant (p ≤ 0,01), *** = hochsignifikant (p ≤ 0,0001)

Tabelle 90: Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die erhobenen antepartalen maternalen Parameter der Gruppen 1 (komplikationslose Trächtigkeit) und 2 (Trächtigkeit mit Komplikationen) bei Betrachtung der Zweifach- und Dreifachwechselwirkung unter Angabe des p- Wertes.

Parameter	Zweifach -Wechselwirkungen			Dreifach- Wechselwirkung
	Gruppe und Zeit	Gruppe und Messzeitpunkt	Zeit und Messzeitpunkt	
Rektale Körpertemperatur	n. s. (p = 0,26)	-	-	-
Atemfrequenz	n. s. (p = 0,32)	-	-	-
Maternale Herzfrequenz	Mittelwert	n. s. (p = 0,59)	n. s. (p = 0,77)	n. s. (p = 0,84)
	Minimum	** (p = 0,0014)	n. s. (p = 0,14)	n. s. (p = 0,30)
	Maximum	n. s. (p = 0,28)	n. s. (p = 0,86)	n. s. (p = 0,54)
Anzahl AV – Blöcke 2. Grades	n. s. (p = 0,81)	n. s. (p = 0,36)	n. s. (p = 0,62)	n. s. (p = 0,99)
Anzahl Extrasystolen	* (p = 0,027)	n. s. (p = 0,31)	n. s. (p = 0,98)	n. s. (p = 0,75)
Aktivität während der Messung	n. s. (p = 0,18)	n. s. (p = 0,26)	n. s. (p = 0,11)	n. s. (p = 0,39)

n. s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant (p ≤ 0,05); ** = signifikant (p ≤ 0,01), *** = hochsignifikant (p ≤ 0,0001)

Tabelle 91: Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die erhobenen postpartalen maternalen Parameter der Gruppen 1 (komplikationslose Trächtigkeit) und 2 (Trächtigkeit mit Komplikationen) bei Betrachtung der Haupteffekte Gruppe und Zeit, sowie der Wechselwirkung beider Faktoren unter Angabe des p- Wertes.

Parameter	Haupteffekte		Zweifach-Wechselwirkung
	Gruppe	Zeit	
Rektale Körpertemperatur	n. s. (p = 0,79)	n. s. (p = 0,85)	Gruppe und Zeit n. s. (p = 0,67)
Atemfrequenz	n. s. (p = 0,052)	n. s. (p = 0,17)	n. s. (p = 0,52)
Maternale Herzfrequenz	Mittelwert * (p = 0,023)	n. s. (p = 0,36)	n. s. (p = 0,73)
	Minimum n. s. (p = 0,070)	n. s. (p = 0,068)	n. s. (p = 0,21)
	Maximum ** (p = 0,0037)	n. s. (p = 0,19)	n. s. (p = 0,73)
Anzahl AV – Blöcke 2. Grades	n. s. (p = 0,88)	n. s. (p = 0,092)	n. s. (p = 0,85)
Anzahl Extrasystolen	n. s. (p = 0,88)	n. s. (p = 0,053)	n. s. (p = 0,52)
Aktivität während der Messung	n. s. (p = 0,98)	n. s. (p = 0,52)	n. s. (p = 0,11)

n. s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant (p ≤ 0,05); ** = signifikant (p ≤ 0,01), *** = hochsignifikant (p ≤ 0,0001)

Tabelle 92: Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die erhobenen maternalen Parameter im peripartalen Zeitraum zwischen Tag 1 ante bis Tag 1 post partum der Gruppen 1 (komplikationslose Trächtigkeit) und 2 (Trächtigkeit mit Komplikationen) bei Betrachtung der Haupteffekte Gruppe und Zeit, sowie der Wechselwirkung beider Faktoren unter Angabe des p- Wertes.

Parameter	Haupteffekte		Zweifach-Wechselwirkung
	Gruppe	Zeit	
Rektale Körpertemperatur	n. s. (p = 0,83)	** (p = 0,010)	n. s. (p = 0,86)
Atemfrequenz	n. s. (p = 0,29)	* (p = 0,039)	n. s. (p = 0,20)
Maternale Herzfrequenz	n. s. (p = 0,059)	*** (p < 0,0001)	n. s. (p = 0,19)
Minimum	n. s. (p = 0,18)	*** (p < 0,0001)	n. s. (p = 0,69)
Maximum	** (p = 0,0056)	* (p = 0,014)	* (p = 0,023)
Anzahl AV – Blöcke 2. Grades	n. s. (p = 0,71)	*** (p < 0,0001)	n. s. (p = 0,92)
Anzahl Extrasystolen	n. s. (p = 0,87)	n. s. (p = 0,45)	n. s. (p = 0,61)
Aktivität während der Messung	n. s. (p = 0,23)	*** (p < 0,0001)	n. s. (p = 0,54)

n. s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant (p ≤ 0,05); ** = signifikant (p ≤ 0,01), *** = hochsignifikant (p ≤ 0,0001)

8.3.2 Fetus

Tabelle 93: Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die fetalen Herzfrequenzparameter der Gruppen 1 (komplikationslose Trächtigkeit) und 2 (Trächtigkeit mit Komplikationen) bei Betrachtung der Haupteffekte Gruppe, Zeit und Messzeitpunkt unter Angabe des p- Wertes

Parameter	Haupteffekte		
	Gruppe	Zeit	Messzeitpunkt
Basale fetale Herzfrequenz	n. s. (p = 0,14)	*** (p < 0,0001)	n. s. (p = 0,35)
Minimum der fetalen Herzfrequenz	n. s. (p = 0,29)	*** (p < 0,0001)	n. s. (p = 0,69)
Maximum der fetalen Herzfrequenz	n. s. (p = 0,65)	n. s. (p = 0,24)	n. s. (p = 0,95)
Anzahl Akzelerationen Typ I	n. s. (p = 0,27)	n. s. (p = 0,51)	n. s. (p = 0,58)
Score Akzelerationen Typ I	n. s. (p = 0,29)	n. s. (p = 0,67)	n. s. (p = 0,38)
Amplitude der Akzelerationen Typ I	n. s. (p = 0,67)	n. s. (p = 0,17)	n. s. (p = 0,16)
Anzahl Akzelerationen Typ II	n. s. (p = 0,58)	n. s. (p = 0,071)	n. s. (p = 0,28)
Score Akzelerationen Typ II	n. s. (p = 0,95)	n. s. (p = 0,24)	n. s. (p = 0,67)
Dauer der längsten Akzeleration	n. s. (p = 0,45)	n. s. (p = 0,15)	n. s. (p = 0,51)

n. s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant (p ≤ 0,05); ** = signifikant (p ≤ 0,01), *** = hochsignifikant (p ≤ 0,0001)

Tabelle 94: Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die fetalen Herzfrequenzparameter der Gruppen 1 (kompliktionslose Trächtigkeit) und 2 (Trächtigkeit mit Komplikationen) bei Betrachtung der Zweifach- und Dreifachwechselwirkung unter Angabe des p- Wertes.

Parameter	Zweifach -Wechselwirkungen			Dreifach- Wechselwirkung
	Gruppe und Zeit	Gruppe und Messzeitpunkt	Zeit und Messzeitpunkt	
Basale fetale Herzfrequenz	n. s. (p = 0,61)	n. s. (p = 0,54)	n. s. (p = 0,21)	n. s. (p = 0,74)
Minimum der fetalen Herzfrequenz	n. s. (p = 0,78)	n. s. (p = 0,94)	n. s. (p = 0,13)	n. s. (p = 0,25)
Maximum der fetalen Herzfrequenz	n. s. (p = 0,48)	n. s. (p = 0,90)	n. s. (p = 0,28)	n. s. (p = 0,44)
Anzahl Akzelerationen Typ I	n. s. (p = 0,067)	n. s. (p = 0,16)	n. s. (p = 0,17)	n. s. (p = 0,10)
Score Akzelerationen Typ I	** (p = 0,0093)	n. s. (p = 0,31)	n. s. (p = 0,33)	n. s. (p = 0,19)
Amplitude der Akzelerationen Typ I	n. s. (p = 0,34)	n. s. (p = 0,95)	n. s. (p = 0,55)	n. s. (p = 0,72)
Anzahl Akzelerationen Typ II	** (p = 0,0057)	** (p = 0,0071)	n. s. (p = 0,11)	n. s. (p = 0,23)
Score Akzelerationen Typ II	* (p = 0,012)	* (p = 0,036)	n. s. (p = 0,29)	n. s. (p = 0,22)
Dauer der längsten Akzeleration	n. s. (p = 0,15)	n. s. (p = 0,087)	n. s. (p = 0,31)	n. s. (p = 0,73)

n. s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant (p ≤ 0,05); ** = signifikant (p ≤ 0,01), *** = hochsignifikant (p ≤ 0,0001)

Literaturverzeichnis

ABITBOL MM, MONHEIT AG, GUZMAN E (1992)

Intrauterine resuscitation in the severely distressed fetal dog

Gynecol Obstet Invest 33: 1-8

ADAMS-BRENDEMUEHL C, PIPERS FS (1987)

Antepartum evaluations of the equine fetus

J Reprod Fert, Suppl 35: 565-573

ADAMS-BRENDEMUEHL C (1990)

Kap. 2: Fetal assessment

In: Koterba AM, Drummond WH, Kosch PC (eds), Equine clinical neonatology,

1. Auflage, Lea&Febiger, Philadelphia, 16-33

AIUMLAMAI S, FREDRIKSSON G, NILSFORS L (1992)

Real-Time ultrasonography to determining the gestational age in ewes

Vet Rec 131: 560-562

ALLAN LD, ANDERSON RH, ILIVAN IDS, HOLT DW, TYNAN M (1983)

Evaluation of fetal arrhythmias by echocardiography

Br Heart J 50: 240-245

AMADA A, SENDA T (1964)

Fetal electrocardiogram of horses

Jap J Vet Sci 26 Suppl.: 431

AMMONS SF, THRELFALL WR, KLINE RC (1989)

Equine body temperature and progesterone fluctuations during estrus and near parturition

Theriogenology 31 (5): 1007-1019

ASSALI NS, HOLM LW, SEHGAL N (1962)

Hemodynamic changes in fetal lamb in utero in response to asphyxia, hypoxia, and hypercapnia

Circ Res 11: 423-430

AUER JA (2006)

Diagnosis and treatment of flexural deformities in foals

Clin Techniques in Equine Practice 5 (4): 282-295

AURICH JE (2005)

Kap 10: Geburtshilfe

In: Aurich C (Hrsg.), Reproduktionsmedizin beim Pferd, 1. Auflage, Parey Verlag Stuttgart, S. 184

AYRES-DE-CAMPOS D, BERNARDES J, MARSAL K, NICKELSEN C, MAKARAINEN L, BANFIELD P, XAVIER P, CAMPOS I (2004)

Can the reproducibility of fetal heart rate baseline estimation be improved?

Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 112: 49-54

BANISTER EW, PURVIS AD (1968)

Exercise electrocardiography in the horse by radiotelemetry

J Am Vet Med Assoc 152: 1004-1008

BAUMGARTNER W (2005a)

Puls, peripherer Kreislauf

In: Baumgartner W (Hrsg) Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere, 6. Auflage, Parey Verlag Berlin: 109

BAUMGARTNER W (2005b)

Atmung

In: Baumgartner W (Hrsg) Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere, , Parey Verlag Berlin: 117

BISHOP, EH (1968)

Ultrasonic fetal monitoring

Clin Obstet Gynec 11: 1154-1164

BOCKING AD, WHITE S, GAGNON R, HANSFORD H (1989)

Effect of prolonged hypoxemia on fetal heart rate accelerations and decelerations in sheep

Am J Obstet Gynecol 161: 722-727

BOCKING AD (2003)

Assessment of fetal heart rate and fetal movements in detecting oxygen deprivation in-utero

Europ J Obstet Gynec Reprod Biol 110 Suppl1: 108-112

BODDY K, DAWES GS, FISHER R, PINTER S, ROBINSON JS (1974)

Foetal respiratory movements, electrocortical and cardiovascular responses to hypoxaemia and hypercapnia in sheep

J Physiol (Lond) 243: 599-618

BOSTEDT H, HOSPES R, HERFEN K (1997)

Programm zur frühzeitigen Erkennung von Krankheitszuständen bei Fohlen in den ersten 24 Lebensstunden

Tierärztl Prax 25: 594-7

BREUER KH, KHALILI – BRUNKLAUS D, BOLTE A (1976)

Das abdominale fetale EKG zur prä- und subpartalen Herzfrequenzanalyse

Arch Gynäk 221: 211-235

BREUKELMAN S, MULDER EJH, VAN OORD R, JONKER H, VAN DER WEIJDEN BC, TAVERNE MAM (2006)

Continuous fetal heart rate monitoring during late gestation in cattle by means of Doppler ultrasonography: Reference values obtained by computer-assisted analysis

Theriogenology 65: 486-498

BUCCA S, FOGARTY U, COLLINS A, SMALL V (2005)

Assessment of fetoplacental well-being in the mare from mid-gestation to term: Transrectal and transabdominal ultrasonographic features
Theriogenology 64: 542-557

BUCCA S, CARLI A, FOGARTY UMG (2007)

How to assess equine fetal viability by transrectal ultrasound evaluation of fetal peripheral pulse
53rd Annual Convention of the AAEP, Orlando, Florida

BUSS DD, ASBURY AC, CHEVALIER L (1980)

Limitations in Equine Fetal Electrocardiography
J Am Vet Med Assoc 177 (2): 174-175

CARTER MC (1988)

Fetal Monitoring
J Biomed Eng 10: 527-532

COHEN S, MULDER EJH, VAN OORD HA, JONKER FH, VAN DER WEIJDEN GC, TAVERNE MAM (1997)

Noninvasive monitoring of fetal heart rate during the last ten days of gestation in sows
Am J Vet Res 58: 1285-1290

CONCANNON PW, POWERS ME, HOLDER W, HANSEL W (1977)

Pregnancy and parturition in the bitch
Biol Repr 16: 517-526

COLLES CM, PARKES RD, MAY CJ (1978)

Foetal electrocardiography in the mare
Equine Vet J 10: 32-37

COLLES CM (1987)

Fetal Electrocardiography

In: Robinson NE (ed), Current therapy in equine medicine, 2.Auflage, WB Saunders, Philadelphia, 152-154

CREMER M (1906)

Über die direkte Ableitung der Aktionsströme des menschlichen Herzens vom Oesophagus und über das Elektrokardiogramm des Fötus

Münch med Wschr 53: 811-813

CROSS DT, THRELFALL WR, KLINE RC (1992)

Body temperature fluctuations in the periparturient horse mare

Theriogenology 37: 1041-1048

CURRAN S, PIERSON RA, GINTHER OJ (1986a)

Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20

J AM Vet Med Ass 189: 1298-1294

CURRAN S, PIERSON RA, GINTHER OJ (1986b)

Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 20 through 60

J Am Vet Med Ass 189:1295-1302

CURRAN S, GINTHER OJ (1995)

M-Mode Ultrasonic Assessment of Equine Fetal Heart Rate

Theriogenology 44:609-617

DALTON KJ, DAWES GS, PATRICK JE (1977)

Diurnal, respiratory, and other rhythms of fetal heart rate in lambs

Am J Obstet Gynecol 127: 414-424

DIEHL JM, KOHR HU (1999)

Kap. 5.7.1 Das geometrische Mittel

In: Diehl JM, Kohr HU, Deskriptive Statistik, 12. Aufl., Verlag Dietmar Klotz, Eschborn: 81-84

EGAN BA, DIEHL NK, BRYAN KA, TOZER PR, SWINKER AM, O'CONNOR ML (2006)

Case study: Behavioral, anatomical and physiological changes in late gestation mares

The professional animal scientist 22: 94-105

ESTILL CT (2007)

Kap. 26: Evaluation and Management of High-Risk pregnancy in the Mare in Youngquist RS, Threlfall WR, Current Therapy in Large Animal Theriogenology 2:190 -195

EVANS JW, WINGET CM, DE ROSHIA C, HOLLEY DC (1976)

Ovulation and equine body temperature and heart rate circadian rhythms

Biological Rhythm Research 7: 25-37

FASSL H (1999)

Geometrisches Mittel xg

In: Fassel H (Hrsg): Einführung in die medizinische Statistik , Johann Ambrosius Barth Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg-Leipzig: 193-194

FEY K, VERTER W (2006)

Herzfrequenz-und Herzrhythmusänderungen

In: Handbuch Pferdepraxis. Dietz O, Huskamp B, Hrsg. Stuttgart Enke : 262-266

FLETCHER AJW, GARDNER DS, EDWARDS CMB, FOWDEN AL, GIUSSANI DA (2006)

Development of the ovine fetal cardiovascular defense to hypoxemia towards full term

Am J Physiol Heart Circ Physiol 291: 3023-3034

FOWDEN AL, FORHEAD AJ, OUSEY JC (2008)

The endocrinology of equine parturition

Exp Clin Endocrinol Diabetes 116: 393-403

FRASER AF, ROBERTSON JG (1967)

The Detection of Foetal life in Ewes and Sows

Vet Rec 80(17): 528-529

FRASER AF, NAGARATNAM V, CALLICOTT RB (1971)

The comprehensive use of Doppler ultrasound in farm animal reproduction

Vet Rec 88: 202-205

FRASER AF, KEITH NW, HASTIE H (1973)

Summarised observations on the ultrasonic detection of pregnancy and foetal life in the mare

Vet Rec 92: 20-21

FRASER AF, HASTIE H, CALLICOTT RB, BROWNLIE S (1975)

An exploratory ultrasonic study on quantitative foetal kinesis in the horse

Appl Animal Ethnology 1: 395-404

GINTHER OJ, GRIFFIN PG (1993)

Equine fetal kinetics: Presentation and location

Theriogenology 40: 1-11

GIUSSANI DA, FORHEAD AJ, FOWDEN AL (2005)

Development of cardiovascular function in the horse fetus

J Physiol 565.3: 1019-1030

GLAZIER DB, NICHOLSON JA (1959)

A Preliminary report on the appearance of waves in the maternal electrocardiogram due to activity of the foetal heart
Irish Vet Jour 13:87

GRUNERT E (1993)

Extragenitale Graviditätsveränderungen
In: Richter J, Götze R, Tiergeburtshilfe, 4. Auflage, Parey Verlag Berlin und Hamburg, 61-64

HALUSKA GJ, LOWE JE, CURRIE WB (1987)

Electromyographic properties of the myometrium correlated with the endocrinology of the pre-partum and post-partum periods and parturition in pony mares
J Reprod Fertil Suppl 35: 553-564

HALUSKA GJ, WILKINS K (1989)

Predictive utility of pre-partum temperature changes in the mare
Equine vet J 21: 116-118

HAMMACHER K (1962)

Neue Methode zur selektiven Registrierung der fetalen Herzschlagfrequenz
Geburtsh u. Frauenheilk 22: 1542-1543

HOFFMANN B, LEISER R, SCHULER G (2005)

Kap 8: Physiologie und Anatomie der Trächtigkeit, Trächtigkeitsdiagnostik
In: Aurich C (Hrsg.), Reproduktionsmedizin beim Pferd, 1. Auflage, Parey Verlag Stuttgart, 137-154

HOLMES JR, DARKE PGG (1968)

Foetal Electrocardiography in the mare
Vet Rec 82: 651-655

HOSAKA F (1989)

Perinatal fetal heart rate changes and neonatal arrhythmias in the horse
Jpn J Vet Res 37: 106

IBARRA – POLO AA, GUILOFF EF, GOMEZ – ROGERS C (1972)

Fetal heart rate throughout pregnancy
Am J Obstet Gynecol 113: 814-818

JACKSON PGG, NICHOLSON JM (1979)

The use of ultrasound to monitor fetal life in a pregnant bitch
Vet Rec 104: 36

JENSEN A, GARNIER Y, BERGER R (1999)

Dynamics of fetal circulatory responses to hypoxia and asphyxia
Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 84: 155-172

JONKER FH, TAVERNE MAM, VAN DER WEYDEN GC (1989)

Cardiotocography in cows: a method for monitoring calves during delivery
Theriogenology 31: 425-436

JONKER FH, OORD HA, VAN DER WEYDEN GC, TAVERNE MAM (1993)

Fetal heart rate patterns and the influence of myometrical activity during the last month of gestation in cows
Am J Vet Res 54:158-163

JONKER FH, OORD HA, VAN GEIJN HP, VAN DER WEYDEN GC, TAVERNE MAM (1994)

Feasibility of continuous recording of the fetal heart rate in the near term bovine fetus by means of transabdominal Doppler
Vet Q 16: 165-168

KÄHN W, LEIDL W (1987)

Die Ultraschall-Biometrie von Pferdefeten in utero und die sonographische Darstellung ihrer Organe

Dtsch tierärztl Wschr 94: 509-515

KÄHN W (1989)

Sonographic fetometry in the bovine

Theriogenology 31: 1105-1121

KANAGAWA H, TOO K, KAWATA K, ONO H (1965)

Fetal electrocardiogram in dairy cattle, II Diagnosis for twin pregnancy

Jap J Vet Res 13: 111 – 119

KANAGAWA H, TOO K, KAWATA K (1966)

Fetal electrocardiogram in dairy cattle, IV Diagnostic application for fetal mummification

Jap J Vet Res 14: 114 – 117

KANAGAWA H, TOO K, KAWATA K, IGARASHI Y, SANO S (1967)

Fetal electrocardiogram at late gestational stages in horses, Preliminary study

Jap J Vet Res 15: 15-19

KNOTTENBELT DC, HOLDSTOCK N, MADIGAN JE (2007a)

Kap. 2.1: Beurteilung des Fetus und Vorbereitung der Geburt

In: Knottenbelt DC (Hrsg), Neonatologie der Pferde, 1.Aufl., Urban&Fischer Verlag München, 39-46

KNOTTENBELT DC, HOLDSTOCK N, MADIGAN JE (2007b)

Kap. 7.13: Fetales Elektrokardiogramm (EKG)

In: Knottenbelt DC (Hrsg), Neonatologie der Pferde, 1.Aufl., Urban&Fischer Verlag München, 457-458

LARKS SD, HOLM LW, PARKER HR (1960)

A new technic for the demonstration of the fetal electrocardiogram in the large domestic animal (cattle, sheep, horse)

Cornell Vet 50: 459-68

LEVY MN (1971)

Sympathetic-parasympathetic interactions in the heart

Circ Res 29: 437-445

LIGGINS GC (1994)

The role of cortisol in preparing the fetus for birth

Reprod Fertil Dev 6: 141-150

LINDAHL IL, REYNOLDS PJ, ALLMAN KE (1968)

Fetal Electrocardiograms in Dairy Cattle,

J Anim Sci 27: 1412 – 1417

LLANOS AJ, GREEN JR, CREASY RK, RUDOLPH AM (1980)

Increased heart rate response to parasympathetic and beta adrenergic blockade in growth-retarded fetal lambs

Am J Obstet Gynecol 136: 808-813

MACDONALD AA, LLANOS AJ, HEYMANN MA, RUDOLPH AM (1981)

Cardiovascular Responsiveness of the pig fetus to autonomic blockade

Pflügers Arch 390: 262-264

MACDONALD AA, COLENBRANDER B, WENSING CJG (1984)

Effects of adrenergic agonists and antagonists on the blood pressure and heart rate of the pig fetus

Res Vet Sci 36: 61-65

MACHIDA N, YASUDA J, TOO K (1987)

Auscultatory and phonocardiographic studies on the cardiovascular system of the newborn thoroughbred foal

Jpn J Vet Res 35: 235-250

MANSFELD R, GRUNERT E (1989)

Zur Anwendung eines extern abgeleiteten fetalen Elektrokardiogramms in der Trächtigkeitsfeststellung und der geburtshilflichen Diagnostik beim Rind

Wien Tierärztl Mschr 76: 15-20

MATSUI K (1985)

Fetal and Maternal Heart Rates in a Case of Twin Pregnancy of the Thoroughbred Horse

Jpn J Vet Sci 47(5): 817-821

MATSUI K, SUGANO S, MASUYAMA I, AMADA A, KANO Y (1984)

Alterations in the Heart Rate of Thoroughbred Horse, Pony and Holstein Cow through Pre- and Post-Natal Stages

Jpn J Vet Sci 46 (4): 505-510

MATSUI K, SUGANO S, MASUYAMA I (1985)

Changes in the Fetal Heart Rate of Thoroughbred Horse through the Gestation

Jpn J Vet Sci 47 (4):597-601

MCCUE PM (2006)

Meconium compaction in newborn foals

J Equine Vet Sci 26 (4): 152-155

MCGLADDERY AJ (1999)

Ultrasonographic diagnosis and management of fetal abnormality in the mare in late pregnancy

Pferdeheilkunde 15 (6): 618-621

MCGUIRK SM, MUIR WW (1995)

Diagnosis and treatment of cardiac arrhythmias
Vet Clin North Am: Equine Pract 1 (2): 353-70

MEIER PR, MANCHESTER DK, BATTAGLIA FC, MESCHIA G (1983)

Fetal Heart Rate in relation to body mass
Proc Soc Exp Biol Med 172:107-110

MITCHELL D (1973)

Detection of foetal circulation in the mare and cow by Doppler ultrasound
Vet Rec 93:365-368

MONHEIT AG, STONE ML, ABITBOL MM (1988)

Fetal heart rate and transcutaneous monitoring during experimentally induced hypoxia in the fetal dog
Pediatr Res 23: 548-552

NÖRR J (1921)

Fötale Elektrokardiogramme vom Pferd
Ztschr Biol 73: 123-128

O'GRADY JP, YEAGER CH, FINDLETON L, BROWN J, ESRA G (1981)

In utero visualization of the fetal horse by ultrasonic scanning
Equine Pract 3 (5): 45-49

OUSEY JC (2004)

Peripartal endocrinology in the mare and foetus
Reprod Dom Animals 39: 222-231

PALMER J (2007)

Evaluation of the high-risk pregnant mare / Birth resuscitation
Proceedings of the NAVC Congress, Orlando Florida: 145-147

PARER JT, LIVINGSTON EG (1990)

What is fetal distress?

Am J Obstet Gynecol 162: 1421-1427

PARKS AG, HAYES S, LAWRENCE LM (2009)

Stage of gestation affects resting heart rate

J Equine Vet Sci 29 (5): 432-433

PARKES RD, COLLES CM (1977)

Fetal electrocardiography in the mare as a practical aid to diagnosing singleton and twin pregnancy

Vet. Rec. 100:25-26

PICCIONE G, GRASSO F, GIUDICE E (2004)

Circadian rhythm in the cardiovascular system of domestic animals

Research of veterinary science 79: 155-160

PIPERS FS, ADAMS-BRENDEMUEHL CS (1984)

Techniques and applications of transabdominal ultrasonography in the pregnant mare

J Am Vet Med Assoc 185 (7): 766-771

RAEKALLIO M (1992)

Long term ecg recording with holter monitoring in clinically healthy horses.

Acta Vet Scand 33: 71-75

RANDALL GC (1979)

Studies on the effect of acute asphyxia on the fetal pig in utero

Biol Neonate 36: 63-69

REEF VB, VAALA WE, WORTH LT, SPENCER PA, HAMMETT B (1995)

Ultrasonographic evaluation of the fetus and intrauterine environment in healthy mares during late gestation

Vet Rad and Ultrasound 36 (6): 533-541

REEF VB, VAALA WE, WORTH LT, SERTICH PL, SPENCER PA (1996)

Ultrasonographic assessment of fetal well-being during late gestation: development of an equine biophysical profile

Equine Vet J 36: 533-542

REEVES JT, DAOUD FS, GENTRY M (1972)

Growth of the fetal calf and its arterial pressure, blood gases and haematological data

J Appl Physiol 32(2): 240-244

REIMER JM (1997)

Use of transcutaneous ultrasonography in complicated latter-middle to late gestation pregnancies in the mare: 122 cases

Proceedings of the 43rd annual convention of the American Association of Equine Practitioners 43: 259-261

REINHARD HJ, ZICHER M (1970)

Die Auswertung telemetrisch gewonnener Belastungs-Elektrokardiogramme beim Pferd mit Hilfe einer elektronischen Rechenanlage

Dtsch tierärztl Wschr 77: 201-224

ROOTH G, HUCH A, HUCH R (1987)

FIGO news: guidelines for the use of fetal monitoring

Int J Gynecol Obstet 25: 159 – 67

SACHS L (1992)

Kap. 7. Varianzanalytische Methoden

In: Sachs L (Hrsg), Angewandte Statistik, 7.Aufl., Springer Verlag Berlin, 632

SENTA T, SMETZER DL, SMITH CR (1970)

Effects of exercise on certain electrocardiographic parameters and cardiac arrhythmias in the horse. A radiotelemetric study

Cornell Vet 60: 552-69

SCHEFFER CWJ, ROBBEN JH, VAN OLDRUITNEBORGH-OOSTERBAAN MMS (1995)

Continuous monitoring of ECG in horses at rest and during exercise
Vet Rec 137: 371-374

SCHNEIDER KTM, GNIRS J (2000a)

Kap. 16.2.1: Einfluss- und Störgrößen der fetalen Herzfrequenz
In: Schneider H, Husslein P, Schneider KTM (Hrsg), Geburtshilfe, 1.Aufl., Springer Verlag Berlin Heidelberg, 287-290

SCHNEIDER KTM, GNIRS J (2000b)

Kap. 16.2.4: CTG-Scores und andere Beurteilungskriterien
In: Schneider H, Husslein P, Schneider KTM (Hrsg), Geburtshilfe, 1.Aufl., Springer Verlag Berlin Heidelberg, 291-293

SCHOTT HC (1993)

Assessment of fetal well –being
In: Mc Kinnon AO an Voss JL (eds), Equine Reproduction, Pennsylvania, Lea & Febiger, 964-975

SHAW EB, HOUPPT KA, HOLMES DF (1988)

Body temperature and behaviour of mares during the last two weeks of pregnancy
Equine Vet J 20 (3): 199-202

SILVER M, FOWDEN AL (1994)

Prepartum adrenocortical maturation in the fetal foal: responses to ACTH ¹⁻²⁴
J Endocrinol 142: 417-425

SMITH JF Jr (2008)

Fetal health assessment using prenatal diagnostic techniques
Obstet Gynecol 20: 152-156

STEFFEN S, MANSFELD R, IBENTHAL S, GRUNERT E (1995)

Untersuchungen zur Anwendung eines extern abgeleiteten fetalen Elektrokardiogramms in der geburtshilflichen Diagnostik beim Rind zur Vitalitätseinschätzung des Fetus

Schweiz Arch Tierheilk 137: 432-437

STOLLA R, CHEN Y-H, BOLLWEIN H (2001)

Examination of embryonic death in mares using colour Doppler and B-mode sonography

Pferdeheilkunde 17: 543-547

TAVERNE MAM, RANDALL GCB (1983)

Heart-rate changes and gasping during intra-partum asphyxiation of a piglet. A case report

Theriogenology 19: 707-710

TODROS T, PREVE CU, PLAZZOTTA C, BIOLCATI M, LOMBARDO P (1996)

Fetal heart rate tracings: observers versus computer assessment

Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 68: 83-86

TOO K, KANAGAWA H, KAWATA K (1965)

Fetal electrocardiogram in dairy cattle, I Fundamental Studies

Jap J Vet Res 13:71-83

TOO K, KANAGAWA H, KAWATA K (1966)

Fetal electrocardiogram in dairy cattle, III Variations in fetal QRS pattern

Jap J Vet Res 14:103-113

TOO K, KANAGAWA H, KAWATA K (1967a)

Fetal and maternal electrocardiograms during parturition in a mare

Jap J Vet Res 15: 5-13

TOO K, KANAGAWA H, KAWATA K, INOUE T, ODAJIMA T (1967b)

Fetal electrocardiogram in dairy cattle, V Findings at parturition

Jap J Vet Res 15: 21-30

TOO K, KAWATA K, FUKUI Y, SATO K, KAGOTA K, KAWABE K (1974)

Studies on pregnancy diagnosis in domestic animals by an ultrasonic Doppler method, I Pregnancy diagnosis in the pig and fetal heart rate changes during pregnancy

Jap J Vet Res 22: 61-71

TROEDSSON MHT (2007)

High risk pregnant mare

Acta Vet Scand 49 (Suppl 1): 9

TSCHUDI P (1985a)

Elektrokardiographie beim Pferd (1), Grundlagen und Normalbild

Tierärztl Prax 13: 181–189

TSCHUDI P (1985b)

Elektrokardiographie beim Pferd (2), Erregungsbildungs- und Erregungsleitungsstörungen

Tierärztl Prax 13: 529-539

TSCHUDI P (1986)

Elektrokardiographie beim Pferd (3)

Tierärztl Prax 14:365-369

VAALA WE (1999)

Peripartum Asphyxia Syndrome in Foals

AAEP Proceedings 45: 247-253

VAALA WE, SERTICH PL (1994)

Management strategies for mares at risk for periparturient complications

Vet Clin North Am: Equine Pract 10 (1): 237-265

VAPAAVOURI EK, SHINEBOURNE EA, WILLIAMS RL et al. (1973)

Development of cardiovascular responses to autonomic blockade in intact fetal and neonatal lambs

Biol Neonate 22:177-188

VERSTEGEN JP, SILVA LDM, ONCLIN K, DONNAY I (1993)

Echocardiographic study of the heart rate in dog and cat fetuses in utero

J Reprod Fert Suppl 47: 175-180

VINTZILEOS AM, FLEMING AD, SCORZA WE, WOLF AJ, BALDUCCI J et al. (1991)

Relationship between fetal biophysical activities and umbilical cord blood gas values

Am J Obstet Gynecol 165: 707-713

WALDRIDGE B, SALAZAR T, STANTON MB (2007)

Techniques to assess fetal well-being

Compendium Equine, 2007: 324-337

WALKER AM, CANNATA J, DOWLING MH, RITCHIE B, MALONEY JE (1978)

Sympathetic and parasympathetic control of heart rate in unanaesthetized fetal and newborn lambs

Biol Neonate 33: 135-143

WEHREND A (2007)

Kap. 1: gravidität und Geburt

In: Wehrend A (Hrsg), Neonatologie beim Hund – Von der Geburt bis zum Absetzen, 1. Auflage, Schlütersche Verlag, 8

WHEELER T, GUERARD P (1974)

Fetal heart rate during late pregnancy

J Obstet Gynaecol Br Commonw 84: 348-356

WHEELER T, MURRILLS A (1978)

Patterns of fetal heart rate during normal pregnancy
Brit J Obstet Gynaecol 85: 18-27

WILKINS PA (2006)

Kap. 2: High-Risk Pregnancy, Placentitis in the peripartum mare
In: Paradis MR, Equine Neonatal Medicine A Case-Based- Approach, 1. Aufl.,
Saunders Verlag, Philadelphia, 13-22

YAMAMOTO K, YASUDA J, TOO K (1991)

Electrocardiographic findings during parturition and blood gas tensions
immediately after birth in thoroughbred foals
Jpn J Vet Res 39: 143-157

YAMAMOTO K, YASUDA J, TOO K (1992)

Arrhythmias in newborn Thoroughbred foals
Equine Vet J 23 (3): 169-173

YOUNG LE (2007)

Recent advances in diagnosing cardiac abnormalities with an EKG during
exercise: a review
Proceedings of the Annual Convention of the AAEP-Orlando, Florida 53: 99-
103

YU Z-Y, LUMBERS ER, GIBSON KJ, STEVENS AD (1998)

Effects of hypoxaemia on foetal heart rate, variability and cardiac rhythm
Clin Exp Pharm Physiol 25: 577-584

ZONE MA, WANKE MM (2001)

Diagnosis of canine fetal health by ultrasonography
J Reprod Fertil Suppl 57: 251-259

ZUCCA E, FERRUCCI F, DI FABIO V, CROCI C, FERRO E (2003)

The Use of Electrocardiographic Recording with Holter Monitoring During
Treadmill Exercise to Evaluate Cardiac Arrhythmias in Racehorses

Vet Res Comm 27 Suppl.1: 811-814

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Zeitpunkt der ersten elektrokardiographischen Messung bezogen auf das Trächtigkeitsstadium nach letzter Bedeckung/ Besamung aller Untersuchungsfälle, der unauffälligen und Risikofälle und der Einzelmessungen..... 46
- Abbildung 2: Anzahl der trächtigen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der Einzeluntersuchung je nach Trächtigkeitsverlauf mit Unterteilung nach Vorstellungsgrund in der Gruppe mit Komplikationen..... 48
- Abbildung 3: Televet 100 Gerät mit den zugehörigen Patientenkabeln, den selbstklebenden Einmalelektroden und der Nylontasche zur Befestigung am Patienten 49
- Abbildung 4: Elektrodenplatzierung und Befestigung des EKG-Gerätes am Körper einer hochträchtigen Stute 54
- Abbildung 5: Monitorbild im Foetus- Modus der Televet 100 Software 55
- Abbildung 6: Fetale Herzfrequenzverlaufskurve über 40 Minuten..... 61
- Abbildung 7: Anzahl der trächtigen Stuten der Verlaufuntersuchung pro Messtag ante und post partum aufgegliedert in die Gruppe 1 und 2 von Tag 15 bis 0 ante partum..... 63
- Abbildung 8: Relative Verteilung der Art des Geburtsverlaufes aller Stuten, der Stuten mit komplikationsloser Trächtigkeit und Stuten mit Risikoträchtigkeit 70
- Abbildung 9: Beurteilung aller Fohlen, der Fohlen aus komplikationslosen Trächtigkeiten und Graviditäten mit Komplikationen nach dem Giessener Vorsorgeschema I 73
- Abbildung 10: Beurteilung aller Fohlen, der Fohlen aus komplikationslosen Trächtigkeiten und Graviditäten mit Komplikationen nach dem Giessener Vorsorgeschema II 75
- Abbildung 11: Relative Verteilung des postnatalen Schicksals der Fohlen aus allen trächtigen Stuten, der Fohlen aus unauffälligen Trächtigkeiten und Graviditäten mit Komplikationen..... 80
- Abbildung 12: Verlauf der rektal gemessenen Körperinnentemperatur bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der einzelnen

	Gruppen 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum, sowie in den ersten 24 und 48 Stunden post partum..	85
Abbildung 13:	Verlauf der Atemfrequenz bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der einzelnen Gruppen 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum, sowie in den ersten 24 und 48 Stunden post partum..	87
Abbildung 14:	Position der roten Elektrode am Stutenkörper im Bezug zur Linea alba bei den fetalen Elektrokardiogrammen aller Stuten der Gruppe 1, Gruppe 2 und Gruppe 3.....	91
Abbildung 15:	Position der roten Elektrode am Stutenkörper im Bezug zum Euter bei den fetalen Elektrokardiogramme des Gesamtkollektivs, der Gruppen 1, 2 und 3	92
Abbildung 16:	Anzahl der notwendigen Umplatzierungen der roten Elektroden am Abdomen der Stute für den Erhalt eines guten Signals bei der Aufzeichnung im Gesamtkollektiv und in den drei Gruppen	94
Abbildung 17:	Verlauf der maternalen Herzfrequenz bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.....	98
Abbildung 18:	Verlauf der maternalen Herzfrequenz in Gruppe 1 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..	99
Abbildung 19:	Verlauf der maternalen Herzfrequenz in Gruppe 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..	99
Abbildung 20:	Verlauf der Herzfrequenz bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der Gruppen 1 und 2 im Zeitraum 0 bis 48 Stunden post partum.....	102
Abbildung 21:	Verlauf des Minimums der maternalen Herzfrequenz bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..	103

-
- Abbildung 22: Verlauf des Minimums der maternalen Herzfrequenz in Gruppe 1 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.. 104
- Abbildung 23: Verlauf des Minimums der maternalen Herzfrequenz in Gruppe 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.. 104
- Abbildung 24: Verlauf des Minimums der maternalen Herzfrequenz bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der Gruppen 1 und 2 im Zeitraum 0 bis 48 Stunden post partum..... 106
- Abbildung 25: Verlauf des Maximums der maternalen Herzfrequenz bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. 107
- Abbildung 26: Verlauf des Maximums der maternalen Herzfrequenz in Gruppe 1 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.. 108
- Abbildung 27: Verlauf des Maximums der maternalen Herzfrequenz in Gruppe 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.. 108
- Abbildung 28: Verlauf des Maximums der Herzfrequenz bei allen Stuten der Verlaufsuntersuchung und der Gruppen 1 und 2 im Zeitraum 0 bis 48 Stunden post partum..... 110
- Abbildung 29: Prozentfehlerzeiten (nicht auswertbare Zeit/ Gesamtaufzeichnungs-zeit) aller angefertigter fetalen Elektrokardiogramme vor und nach der nachträglichen Bearbeitung 117
- Abbildung 30: Prozentfehlerzeiten (nicht auswertbare Zeit/ Gesamtaufzeichnungs-zeit) der angefertigten fetalen Elektrokardiogramme der Stuten ohne Komplikationen in der Trächtigkeit und der Stuten mit gestörter Gravidität ohne Korrektur..... 119
- Abbildung 31: Prozentfehlerzeiten (nicht auswertbare Zeit/ Gesamtaufzeichnungszeit) der angefertigten fetalen Elektrokardiogramme der Stuten ohne Komplikationen in der

Trächtigkeit und der Stuten mit gestörter Gravidität nach Korrektur.....	119
Abbildung 32: Relative Häufigkeiten der Prozentfehlerzeiten des Gesamtkollektivs unterteilt in die einzelnen Messtage ante partum, sowie die beiden Messzeitpunkte morgens und nachmittags.....	120
Abbildung 33: Verlauf der basalen fetalen Herzfrequenz bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.....	122
Abbildung 34: Verlauf der basalen fetalen Herzfrequenz in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.	123
Abbildung 35: Verlauf des Minimums der fetalen Herzfrequenz bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.....	124
Abbildung 36: Verlauf des Minimums der fetalen Herzfrequenz in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..	125
Abbildung 37: Verlauf des Maximums der fetalen Herzfrequenz bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.....	126
Abbildung 38: Verlauf des Maximums der fetalen Herzfrequenz in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..	127
Abbildung 39: Anzahl an Akzelerationen Typ I bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.....	128
Abbildung 40: Anzahl an Akzelerationen Typ I in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..	129

-
- Abbildung 41: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ I bei den Messungen aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus Gruppe 1 und 2 im Zeitraum Tag 15 bis 0 ante partum..... 130
- Abbildung 42: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ I bei den Messungen aller Feten der Verlaufsuntersuchung von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags 131
- Abbildung 43: Amplitude der Akzelerationen Typ I bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..... 132
- Abbildung 44: Amplitude der Akzelerationen Typ I in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags. 133
- Abbildung 45: Anzahl an Akzelerationen Typ II bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..... 134
- Abbildung 46: Anzahl an Akzelerationen Typ II in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.. 135
- Abbildung 47: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ II bei den Messungen aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Gruppe 1 und 2 im Zeitraum Tag 15 bis 0 ante partum..... 137
- Abbildung 48: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ II bei den Messungen aller Feten der Verlaufsuntersuchung von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags 138
- Abbildung 49: Dauer der längsten Akzeleration in Minuten bei allen Feten der Verlaufsuntersuchung vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum

	unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.....	139
Abbildung 50:	Dauer der längsten Akzeleration in Minuten in Gruppe 1 und 2 vom 11. Tag bis Tag 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags..	140
Abbildung 51:	Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ I bei den Messungen in Gruppe 1 von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.	232
Abbildung 52:	Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ I bei den Messungen in Gruppe 2 von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.	232
Abbildung 53:	Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ II bei den Messungen in Gruppe 1 von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.	237
Abbildung 54:	Häufigkeitsverteilung der einzelnen Kategorien von Akzelerationen Typ II bei den Messungen in Gruppe 2 von Tag 11/ 10 bis Tag 1/ 0 ante partum unterteilt nach den Messzeitpunkten morgens und nachmittags.	237

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz im ersten Trächtigkeitsdrittel (1. bis 4. Monat) beim Pferd	6
Tabelle 2:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz im mittleren Trächtigkeitsdrittel (5. bis 8. Monat) beim Pferd	7
Tabelle 3:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz im letzten Trächtigkeitsdrittel (9. bis 12. Monat) beim Pferd	8
Tabelle 4:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz bis zum 4. Trächtigkeitsmonat beim Rind	10
Tabelle 5:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz vom 4. Trächtigkeitsmonat bis zum 7. Monat beim Rind	11
Tabelle 6:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz vom 8. Trächtigkeitsmonat bis zur Geburt beim Rind	12
Tabelle 7:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz vom 26. Trächtigkeitstag bis zur Geburt beim Schwein	13
Tabelle 8:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz vom 61. Trächtigkeitstag bis zur Geburt beim Schaf	14
Tabelle 9:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz während der Trächtigkeit bei Hund und Katze	15
Tabelle 10:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz während der Trächtigkeit beim Hund	15
Tabelle 11:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz während der Schwangerschaft beim Mensch	16
Tabelle 12:	Referenzwerte der fetalen Herzfrequenz vom 6. bis 12. Trächtigkeitmonat während fetaler Aktivität ermittelt über transrektale und –abdominale Ultrasonographie (BUCCA et al., 2005)	21
Tabelle 13:	Referenzwerte für ein normal eingestuftes Reaktionsmuster im Non-Stress-Test beim equinen Fetus	27
Tabelle 14:	Elektrodenplatzierung, -material und –befestigung für das fetale Elektrokardiogramm der Stute	36
Tabelle 15:	Referenzwerte der maternalen Herzfrequenz im 6. und 7. Trächtigkeitsmonat beim Pferd	42

Tabelle 16:	Referenzwerte der maternalen Herzfrequenz im letzten Trächtigkeitsdrittel (9. bis 12. Monat) beim Pferd	43
Tabelle 17:	Gruppeneinteilung der trächtigen und nichtträchtigen Stuten.....	48
Tabelle 18:	Ableitungs-Farbschema.....	54
Tabelle 19:	Elektrodenplatzierung für ein Standard-Elektrokardiogramm	57
Tabelle 20:	Kategorisierung der Prozentfehlerzeit (prozentualer Anteil der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit).....	60
Tabelle 21:	Kategorisierung der Anzahlen an Akzelerationen und Dezelerationen	61
Tabelle 22:	Anzahl der Stuten und aufgezeichneten fetalen Elektrokardiogramme in den einzelnen Gruppen der Verlaufsuntersuchung an den entsprechenden paarweise zusammengefassten antepartalen Messtagen	64
Tabelle 23:	Anzahl angefertigter fetaler und maternaler/ Standard-elektrokardiogramme.....	68
Tabelle 24:	Geburtsverlauf der Stuten in den einzelnen Gruppen.....	70
Tabelle 25:	Geschlechterverteilung der Fohlen in den einzelnen Gruppen.....	71
Tabelle 26:	Beurteilung der zur Verfügung stehenden Fohlen nach dem Giessener Vorsorgeschema I	73
Tabelle 27:	Bewertung der Entwicklung der Fohlen nach dem Giessener Vorsorgeschema II	74
Tabelle 28:	Kombinierte Betrachtung der Ergebnisse des Giessener Vorsorgeschemas I und II bei den komplikationslosen und gestörten Trächtigkeiten	76
Tabelle 29:	Ergebnisse der segmentalen Untersuchung der beurteilten Neonaten.....	77
Tabelle 30:	Differenzierte Darstellung der Befunde bei den klinisch auffälligen Fohlen	78
Tabelle 31:	Postnatale Entwicklung der Fohlen aus den Stutengruppen ohne und mit Komplikationen während der Trächtigkeit.....	80
Tabelle 32:	Darstellung des postnatalen Schicksals der Neonaten aus komplikationslosen Trächtigkeiten und Graviditäten mit Komplikationen im Bezug zur Beurteilung nach dem Giessener Vorsorgeschema I	81

Tabelle 33:	Darstellung des postnatalen Schicksals der Neonaten aus komplikationslosen Trächtigkeiten und Graviditäten mit Komplikationen im Bezug zur Beurteilung nach dem Giessener Vorsorgeschema II	82
Tabelle 34:	Rektale Körpertemperatur post partum aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2	84
Tabelle 35:	Atemfrequenz pro Minute post partum aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2	87
Tabelle 36:	Lokalisation der roten Elektrode im Bezug zur Linea alba bei allen durchgeführten fetalen Messungen und aufgeteilt in die einzelnen Gruppen	90
Tabelle 37:	Lokalisation der roten Elektrode im Bezug zum Euter aller durchgeführten fetalen Messungen und aufgeteilt in die einzelnen Gruppen	92
Tabelle 38:	Gewählte Elektrodenposition im Bezug zu Linea alba und Euter aller aufgezeichneter fetaler Elektrokardiogramme der trächtigen Stuten	93
Tabelle 39:	Anzahl der notwendigen Umplatzierungen der roten Elektrode bei den Aufzeichnungen der fetalen Elektrokardiogramme aller Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2 und der Probanden der Einzeluntersuchung	94
Tabelle 40:	Verteilung der Stuten bezogen auf die Aktivität während der Messung post partum aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, der Stuten mit ungestörter Gravidität und Stuten mit Komplikationen	96
Tabelle 41:	Verteilung der Stuten bezogen auf die Aktivität während der Messung	97
Tabelle 42:	Mittelwerte der maternalen Herzfrequenzen post partum aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2	101
Tabelle 43:	Minimum der maternalen Herzfrequenzen post partum aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2	105
Tabelle 44:	Maximum der maternalen Herzfrequenzen post partum aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2	109

Tabelle 45:	Tiernummer und Anzahl an AV- Blöcken 2. Grades an den Tagen mit nachgewiesenem Vorkommen dieser Arrhythmie	111
Tabelle 46:	Anzahl an AV-Blöcken 2. Grades post partum aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2.....	112
Tabelle 47:	Anzahl an Extrasystolen post partum aller trächtigen Stuten, der Stuten aus Gruppe 1 und 2	114
Tabelle 48:	Aufteilung der fetalen Elektrokardiogramme nach vorliegender Prozentfehlerzeit (prozentualer Anteil der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit) vor und nach Korrektur der Elektrokardiogramme	116
Tabelle 49:	Aufteilung der fetalen Elektrokardiogramme nach vorliegender Prozentfehlerzeit (prozentualer Anteil der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit) vor und nach Korrektur der Elektrokardiogramme der Stuten ohne Komplikationen in der Trächtigkeit und der Stuten mit gestörter Gravidität	118
Tabelle 50:	Prozentfehlerzeiten der fetalen EKGs der Einzeluntersuchungen vor und nach Bearbeitung	121
Tabelle 51:	Scoreeinteilung der Anzahl der Akzelerationen Typ I aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und der Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen.....	130
Tabelle 52:	Scoreeinteilung der Anzahl der Akzelerationen Typ II aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen.....	137
Tabelle 53:	Fetale Parameter an den Tagen 8/ 7 und 1/ 0 ante partum in Beziehung gesetzt zum Ergebnis des Giessener Vorsorgeschema I	144
Tabelle 54:	Fetale Parameter an den Tagen 8/ 7 und 1/ 0 ante partum in Beziehung gesetzt zum Ergebnis des Giessener Vorsorgeschema II	145
Tabelle 55:	Vergleich der Parameter roher und korrigierter fetaler Elektrokardiogramme unter Angabe der p-Werte	146
Tabelle 56:	Stuten mit Komplikationen in der Trächtigkeit mit Angabe der Stutennummer, der Gruppenzugehörigkeit, der Kliniknummer, des Alters und des Vorstellungsgrundes	201

Tabelle 57:	Befunderhebung im Rahmen der Anamnese, allgemeinen und gynäkologischen Untersuchung	202
Tabelle 58:	Frühbeurteilungsschema zur Bewertung des Gesundheitszustandes von neugeborenen Fohlen (GIESSENER VORSORGESCHEMA I)	203
Tabelle 59:	Frühbeurteilungsschema zur Bewertung des Gesundheitszustandes von neugeborenen Fohlen zwischen 6. und 24. Lebensstunde (GIESSENER VORSORGESCHEMA II)	204
Tabelle 60:	Übersicht über die Probanden der Verlaufs- und Einzeluntersuchung	209
Tabelle 61:	Bewertung der Neonaten aus den Stuten mit unauffälligem Trächtigkeitsverlauf nach dem Giessener Vorsorgeschema I und II	211
Tabelle 62:	Bewertung der Neonaten aus den Stuten mit Komplikationen während der Trächtigkeit nach dem Giessener Vorsorgeschema I und II	212
Tabelle 63:	Rektale Körpertemperatur an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung und aufgeteilt in die Stuten der Gruppen 1 und 2	213
Tabelle 64:	Atemfrequenz pro Minute an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung und aufgeteilt in die Stuten der Gruppen 1 und 2	214
Tabelle 65:	Verteilung der Stuten bezogen auf die Aktivität während der Messung an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, der Stuten mit ungestörter Gravidität und Stuten mit Komplikationen der Morgenmessung	215
Tabelle 66:	Verteilung der Stuten bezogen auf die Aktivität während der Messung an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, der Stuten mit ungestörter Gravidität und Stuten mit Komplikationen der Nachmittagsmessung	216
Tabelle 67:	Maternale Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.....	217

Tabelle 68:	Maternale Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen in den Gruppen 1 und 2, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags	218
Tabelle 69:	Minimum der maternalen Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.	219
Tabelle 70:	Minimum der maternalen Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen in den Gruppen 1 und 2, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.....	220
Tabelle 71:	Maximum der maternalen Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.	221
Tabelle 72:	Maximum der maternalen Herzfrequenz an den einzelnen antepartalen Messtagen in den Gruppen 1 und 2, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.....	222
Tabelle 73:	Anzahl Extrasystolen an den einzelnen antepartalen Messtagen aller Stuten der Verlaufsuntersuchung und aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.	223
Tabelle 74:	Anzahl Extrasystolen an den einzelnen antepartalen Messtagen in den Gruppen 1 und 2, aufgeteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags	224
Tabelle 75:	Anteil der nicht auswertbaren Zeit an der Gesamtaufzeichnungszeit (Prozentfehlerzeit PZF) der fetalen EKGs von Stuten mit ungestörter Gravidität und Stuten mit Komplikationen unterteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags	225
Tabelle 76:	Verlauf der basalen fetalen Herzfrequenz aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen unterteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.	226
Tabelle 77:	Verlauf des Minimums der fetalen Herzfrequenz aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen unterteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags	227

Tabelle 78:	Verlauf des Maximums der fetalen Herzfrequenz aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen unterteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.	228
Tabelle 79:	Anzahl der Akzelerationen Typ I aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen unterteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.	229
Tabelle 80:	Kategorisierung der Akzelerationen Typ I aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen der Morgenmessung.....	230
Tabelle 81:	Kategorisierung der Akzelerationen Typ I aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen bei der Nachmittagsmessung.....	231
Tabelle 82:	Amplitude der Akzelerationen Typ I aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen unterteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags	233
Tabelle 83:	Anzahl der Akzelerationen Typ II aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen unterteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags	234
Tabelle 84:	Kategorisierung der Akzelerationen Typ II aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen der Morgenmessung.....	235
Tabelle 85:	Kategorisierung der Akzelerationen Typ II aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen bei der Nachmittagsmessung.....	236
Tabelle 86:	Dauer der längsten Akzeleration aller Feten der Verlaufsuntersuchung, der Feten aus ungestörter Gravidität und	

	Feten aus Trächtigkeiten mit Komplikationen unterteilt in die Messzeitpunkte morgens und nachmittags.	238
Tabelle 87:	Maternale Parameter der Einzeluntersuchung	239
Tabelle 88:	Fetale Parameter der Einzeluntersuchung unter Angabe des Trächtigkeitstages bei Messung	240
Tabelle 89:	Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die erhobenen antepartalen maternalen Parameter der Gruppen 1 und 2 bei Betrachtung der Haupteffekte Gruppe, Zeit und Messzeitpunkt unter Angabe des p- Wertes.....	241
Tabelle 90:	Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die erhobenen antepartalen maternalen Parameter der Gruppen 1 und 2 bei Betrachtung der Zweifach- und Dreifachwechselwirkung unter Angabe des p- Wertes	242
Tabelle 91:	Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die erhobenen postpartalen maternalen Parameter der Gruppen 1 und 2 bei Betrachtung der Haupteffekte Gruppe und Zeit, sowie der Wechselwirkung beider Faktoren unter Angabe des p- Wertes	243
Tabelle 92:	Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die erhobenen maternalen Parameter im peripartalen Zeitraum zwischen Tag 1 ante bis Tag 1 post partum der Gruppen 1 und 2 bei Betrachtung der Haupteffekte Gruppe und Zeit, sowie der Wechselwirkung beider Faktoren unter Angabe des p- Wertes.....	244
Tabelle 93:	Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die fetalen Herzfrequenzparameter der Gruppen 1 (komplikationslose Trächtigkeit) und 2 (Trächtigkeit mit Komplikationen) bei Betrachtung der Haupteffekte Gruppe, Zeit und Messzeitpunkt unter Angabe des p- Wertes.....	245
Tabelle 94:	Ergebnisse der Varianzanalyse in Form des WALD-Testes für die fetalen Herzfrequenzparameter der Gruppen 1 und 2 bei Betrachtung der Zweifach- und Dreifachwechselwirkung unter Angabe des p- Wertes.....	246

Formelverzeichnis

Formel 1:	Berechnung der Prozentfehlerzeit.....	59
Formel 2:	Berechnung der Herzfrequenz anhand der Dauer eines R-R- Intervalles.....	62
Formel 3:	Berechnung des geometrischen Mittelwertes.....	66
Formel 4:	Berechnung der positiven und negativen Abweichung des Streu factors für die graphische Darstellung	66

Ich erkläre

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

Katharina Stähli

Danksagung

An erster Stelle gebührt mein Dank Herrn Prof. Dr. Axel Wehrend für die Überlassung des sehr interessanten und lehrreichen Themas und die Betreuung bei der Anfertigung der Arbeit. Die rasch durchgeführten Korrekturen und die Motivation zum zügigen Arbeiten haben wesentlich zur Abfassung beigetragen. Einen weiteren Dank möchte ich ihm ebenso wie Frau PD. Dr. Fey für die Unterstützung bei der Bewerbung für eine finanzielle Förderung in Form eines Graduiertenstipendiums und für die Möglichkeit, praktische Erfahrung in der Klinik zu sammeln aussprechen!

Ein großes Dankeschön möchte ich an die Konrad-Adenauer-Stiftung e.v. für die Gewährung eines Stipendiums im Rahmen der Promotionsförderung entrichten. Ohne diese finanzielle Unterstützung wäre die Arbeit in diesem Umfang nicht oder nur schwer durchsetzbar gewesen. Auch die ideelle Förderung ist als großartig hervorzuheben. Auch bei der Giessener Stipendiatengruppe möchte ich mich für die freundliche Aufnahme und die schönen Unternehmungen bedanken.

Herrn Klaus Engel der Firma Rösch & Associates Information Engineering GmbH, Frankfurt am Main danke ich für die geduldige Beantwortung aller Fragen zur Software!

Bedanken möchte ich mich bei Dr. K. Failing und Frau Sparrenberg von der Arbeitsgruppe Biomathematik für ihre Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Vielen Dank auch an alle Mitarbeiter der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie für die Hilfsbereitschaft und die Unterstützung bei den Messungen!

Ein ganz großes Dankeschön an meine Mitdoktoranden und tapferen „Bib“sitze Katrin, Gesa, KP, Dina und Tina für die geduldig ertragenen Panikanfälle und das stets offene Ohr, wenn mal wieder alles schief lief, oder man der Meinung war, niemals fertig zu werden. Vielen Dank für eure Freundschaft, Motivation und vor allem für die schöne Zeit in Gießen!

Bedanken möchte ich mich auch bei meiner Familie und meinen Freunden für die ständige Unterstützung, Motivation, allen voran bei Sabine, Christina und meiner Patin Irmgard.



Sitzman vertriebsysteme

VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-5604-9



9 78 3 8359 5604 9