

**AUSWIRKUNGEN DER ANWESENHEIT VON ZWEI EBERN
WÄHREND DER KÜNSTLICHEN BESAMUNG AUF DIE
FRUCHTBARKEITSLEISTUNG VON SAUEN UNTER
BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES
BRUNSTVERHALTENS**

CORINNA ZIMMER



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

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek

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

1. Auflage 2012

© 2012 by Verlag: **Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft Service GmbH**,
Gießen
Printed in Germany

ISBN 978-3-86345-136-3

Verlag: DVG Service GmbH
Friedrichstraße 17
35392 Gießen
0641/24466
geschaeftsstelle@dvb.net
www.dvb.net

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. S. Hoy

**Auswirkungen der Anwesenheit von zwei Ebern während der
Künstlichen Besamung auf die Fruchtbarkeitsleistung von Sauen
unter besonderer Berücksichtigung des Brunstverhaltens**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines

Dr. med. vet.

beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Corinna Zimmer
Tierärztin aus Büdingen

Gießen 2012

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

Dekan:

Prof. Dr. Dr. h. c. M. Kramer

Gutachter:

Prof. Dr. S. Hoy

Prof. Dr. A. Wehrend

Tag der Disputation:

19. Dezember 2012

Für Clara und Mario

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abkürzungen	III
Verzeichnis der Abbildungen	VI
Verzeichnis der Tabellen	XI
1. Einleitung und Zielstellung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1. Reproduktionsbiologie der Schweine	3
2.1.1. Physiologie der Fortpflanzung	3
2.1.2. Sexualzyklus	5
2.1.2.1. Proöstrus	9
2.1.2.2. Östrus	11
2.1.2.3. Metöstrus	15
2.1.2.4. Diöstrus	16
2.1.3. Entwicklung der Follikel und Ovulation	18
2.1.4. Konzeption und Gravidität	23
2.2. Sexualverhalten des Schweines	40
2.2.1. Natürliches Paarungsverhalten	40
2.2.1.1. Suche der Sexualpartner	44
2.2.1.2. Sozialer Kontakt zwischen Eber und Sau	45
2.2.1.3. Präkopulatorische Verhaltenssequenz	47
2.2.1.4. Aufsprung und Kopulation	48
2.2.2. Sexuelle Stimulation	49
2.2.2.1. Östrusstimulation	50
2.2.2.2. Sexuelle Stimulation während der Insemination	52
2.2.2.3. Stimuliereber	58
2.2.2.4. Pheromone	64
2.3. Künstliche Besamung beim Schwein	68
2.3.1. Durchführung der künstlichen Besamung	69
2.3.2. Brunstdiagnose	70
2.3.3. Besamungszeitpunkt	71
2.3.4. Besamungshäufigkeit	76
2.4. Einsatz der Sonographie in der Reproduktionsmedizin des Schweines	77

2.4.1. Graviditätsdiagnostik	78
2.4.2. Ovardiagnostik	80
3. Eigene Untersuchungen	84
3.1. Tiere, Material und Methoden	84
3.1.1. Untersuchungsaufbau	93
3.1.2. Datenerhebung zum Brunstverhalten	98
3.1.3. Ovardiagnostik	101
3.1.4. Ethologische Untersuchungen	102
3.1.5. Erfassung der Reproduktionsergebnisse	106
3.1.6. Ausschlusskriterien	107
3.1.7. Statistische Bearbeitung der Daten	109
4. Ergebnisse	110
4.1. Brunstverhalten	110
4.2. Ovardiagnostik	125
4.3. Ethologische Untersuchungen	133
4.3.1. Verhalten der Sauen während der Künstlichen Besamung	150
4.3.1.1. Einfluss der Anzahl an Stimulationsebern	152
4.3.1.2. Einfluss des eingesetzten Stimulierebers	157
4.3.1.3. Einfluss der Rangposition der Sau	159
4.3.1.4. Einfluss des Standplatzes der Sau	168
4.3.1.5. Einfluss des Besamungszeitpunktes	178
4.3.2. Aktivitätsverhalten während der Stallruhezeiten	183
4.4. Reproduktionsergebnisse	187
5. Diskussion	191
6. Zusammenfassung	216
7. Summary	219
8. Literaturverzeichnis	222
9. Anhang	256

Verzeichnis der Abkürzungen

AFR	Abferkelrate
<i>a. ov.</i>	<i>ante ovulationem</i>
AS	Altsau
A-Ö-I	Absetz-Östrus-Intervall
BK	Brunstkontrolle
BL	Belgische Landrasse
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
<i>C. a.</i>	<i>Corpus albicans</i>
<i>Cc. h.</i>	<i>Corpora haemorrhagica</i>
<i>Cc. l.</i>	<i>Corpora lutea</i>
d	day (Tag)
Db	Duldungsbeginn
De	Duldungsende
DE	Deutsches Edelschwein
d. h.	das heißt
Di	Dienstag
DL	Deutsche Landrasse
DNA	Desoxyribonukleinsäure
d n. A.	Tag(e) nach dem Absetzen
Do	Donnerstag
Du	Duroc
et al.	et alii (und andere)
FA	Futterraufnahme
Fr	Freitag
FSH	Follikel stimulierendes Hormon
GGF	gesamt geborene Ferkel
ggf.	gegebenenfalls
ggr.	geringgradig
<i>Gl.</i>	<i>Glandula</i>
GnRH	Gonadotropin-Releasing-Hormon
Gr.	Gruppe

GT	Graviditätstag
h	hour (Stunde)
hgr.	hochgradig
h n. A.	Stunde(n) nach dem Absetzen
HPA-System	Hypophysen-Nebennierenrinden-System
i. d. R.	in der Regel
JS	Jungsau(en)
KB	Künstliche Besamung
kg	Kilogramm
LH	luteinisierendes Hormon
max.	maximal
Max.	Maximum
mgr.	mittelgradig
MHz	Megahertz
Mi	Mittwoch
Mio.	Million(en)
min	Minute
Min.	Minimum
mind.	mindestens
mm	Millimeter
Mo	Montag
m. o. w.	mehr oder weniger
Mrd.	Miliarde(n)
n	Stichprobenumfang
NM	Nachmittag
Nr.	Nummer
n. s.	nicht signifikant
NS	Natursprung
OD	Ovardiagnostik
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PG F _{2α}	Prostaglandin F _{2α}
Pi	Pietrain
PMSG	pregnant mare serum gonadotrophin
<i>p. conc.</i>	<i>post conceptionem</i>

<i>p. insem.</i>	<i>post inseminationem</i>
<i>p. ov.</i>	<i>post ovulationem</i>
<i>p. p.</i>	<i>post partum</i>
resp.	respektive
RP	Rangposition
SA-System	Sympathoadrenomeduläres System
sec	Sekunde
sig.	signifikant
So	Sonntag
sog.	so genannte
StiBu	Stimulationsbucht
tägl.	täglich
TU	Trächtigkeitsuntersuchung
UA	Urinabsatz
Ur.	Umrauscher
UR	Umrauscherrate
u. U.	unter Umständen
vs.	<i>versus</i>
VM	Vormittag
z. B.	zum Beispiel
ZNS	Zentralnervensystem
<	weniger als
>	mehr als
≥	größer gleich

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Ethogramm des sexuellen Verhaltens beim Schwein nach SIGNORET, 1970 c	41
Abbildung 2:	Schema der Sequenz von Verhaltensmustern während des sozialen Kontaktes zwischen einem Eber und einer anöstrischen Sau	47
Abbildung 3:	Skizze des Besamungsstalles	93
Abbildung 4:	Fotoaufnahme des Untersuchungsbereichs im Besamungsstall	94
Abbildung 5:	Durchführung der Stimulation mit 2 Ebern während der KB	97
Abbildung 6:	Fotoaufnahme zweier Stimulationseber vor den Sauen	98
Abbildung 7:	Verteilung der Absetz-Duldungs-Intervalle	111
Abbildung 8:	Verteilung der Östrusdauer	113
Abbildung 9:	Farbe und Konsistenz des jeweils beobachteten Vaginalausflusses	119
Abbildung 10:	Farbe und Konsistenz des jeweils beobachteten Vaginalausflusses relativ zum Duldungsbeginn	121
Abbildung 11:	Häufigkeit des Auftretens von serösem und pappigem Vaginalausfluss relativ zum Duldungsbeginn	121
Abbildung 12:	Häufigkeit des Auftretens von mukösem Vaginalausfluss relativ zur ersten Belegung (KB ₁)	122
Abbildung 13:	Ultraschallbild einer Sau mit runden wachsenden Follikeln zum 1. Untersuchungstermin (zwischen KB ₁ und KB ₂)	127
Abbildung 14:	Ultraschallbild einer Sau mit runden wachsenden Follikeln und hochgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 1. Untersuchungstermin (1 d vor der ersten Duldung)	127
Abbildung 15:	Ultraschallbild einer Sau mit großen runden Follikeln (Ø 0,7-1,0 cm) und hochgradig. ödematisierten Uterusschlingen zum 2. Untersuchungstermin (zwischen KB ₂ und KB ₃)	128
Abbildung 16:	Ultraschallbild einer Sau zu Ovulationsbeginn, mit längsovalen Follikeln und Follikeln mit stark echogener Begrenzung sowie mittel- bis hochgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 2. Untersuchungstermin (zwischen KB ₂ und KB ₃)	128

Abbildung 17:	Ultraschallbild von Follikeln mit stark echogener Begrenzung sowie mittel- bis hochgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 2. Untersuchungstermin (zwischen KB ₂ und KB ₃) 129
Abbildung 18:	Ultraschallbild einer Sau nach der Ovulation: Ovar mit stark echogenen Streifen sowie mittelgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 2. Untersuchungstermin (nach KB ₃) 129
Abbildung 19:	Ultraschallbild einer Sau mit ovariellen Zysten (1 d nach positiver Umrauschkontrolle) 130
Abbildung 20:	Befunde der Ovardiagnostik in Relation zum Duldungsbeginn (Db) der Sauen 131
Abbildung 21:	Befunde der Ovardiagnostik in Relation zur ersten Besamung der Sauen 131
Abbildung 22:	Häufigkeit des Parameters „Rüssel durch Abspernung strecken“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB 141
Abbildung 23:	Häufigkeit des Parameters „Blickkontakt zum Eber“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB 142
Abbildung 24:	Häufigkeit des Parameters „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB 142
Abbildung 25:	Häufigkeit des Parameters „Stangenbeißen“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB 143
Abbildung 26:	Häufigkeit des Parameters „gesamter Rüsselscheibenkontakt (lang und kurz) zum Eber“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB 143
Abbildung 27:	Häufigkeit des Parameters „langer Rüsselscheibenkontakt (> 2 sec) zum Eber“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB 144
Abbildung 28:	Häufigkeit des Parameters „Hinlegen“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK sowie der gesamten BK ...144
Abbildung 29:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber in Relation zum Duldungsbeginn der einzelnen Sauen 146

Abbildung 30:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber in Relation zum Duldungsende der einzelnen Sauen	146
Abbildung 31:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Relation zum Duldungsbeginn der einzelnen Sauen	147
Abbildung 32:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Relation zum Duldungsende der einzelnen Sauen	147
Abbildung 33:	Mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber in Relation zum Duldungsbeginn der einzelnen Sauen	148
Abbildung 34:	Mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber in Relation zum Duldungsende der einzelnen Sauen	148
Abbildung 35:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber während der BK und KB in Relation zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt der einzelnen Sauen	149
Abbildung 36:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Relation zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt der einzelnen Sauen	149
Abbildung 37:	Mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber in Relation zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt der einzelnen Sauen	150
Abbildung 38:	Mittlere Anzahl der von den Sauen gezeigten Unruhe während der KB in Abhängigkeit vom Rangordnungsplatz der Sauen innerhalb der jeweiligen KB-Gruppe	163
Abbildung 39:	Vergleich der Immobilisation p . KB zwischen den Sauen mit verschiedener Rangordnungsposition	163
Abbildung 40:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Abhängigkeit vom Rangordnungsplatz der Sauen innerhalb der jeweiligen KB-Gruppe.....	164

Abbildung 41:	Mittlere Anzahl des Verhaltensparameters „Rüssel durch Ab- sperrung strecken“ in Abhängigkeit vom Rangordnungsplatz der Sauen innerhalb der jeweiligen KB-Gruppe	164
Abbildung 42:	Vergleich der mittleren Anzahl an Stangenbeißen zwischen den Sauen der 1-Eber- und 2-Eber-Gruppe in Abhängigkeit von der Rangposition der einzelnen Sauen innerhalb der KB-Gruppe	164
Abbildung 43:	Vergleich der mittleren Anzahl des beobachteten Verhaltensparameters „hgr. Unruhe während der KB“ zwischen den Sauen der 1-Eber- und 2-Eber-Gruppe in Abhängigkeit von der Rangposition der einzelnen Sauen innerhalb der KB-Gruppe	166
Abbildung 44:	Vergleich der mittleren Anzahl des Verhaltensparameters „Immobilisation p. KB“ zwischen den Sauen der 1-Eber- und 2-Eber-Gruppe in Abhängigkeit von der Rangposition der einzelnen Sauen innerhalb der KB-Gruppe	167
Abbildung 45:	Vergleich der Gesamtdauer der Immobilisation p. KB zwischen den Sauen der 1-Eber- und 2-Eber-Gruppe in Abhängigkeit von der Rangposition der einzelnen Sauen innerhalb der KB-Gruppe	167
Abbildung 46:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum	170
Abbildung 47:	Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum	170
Abbildung 48:	Mittlere Anzahl an Stangenbeißen in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe.....	171
Abbildung 49:	Mittlere Anzahl an Rüsselkontakten (zu Eber 1 und 2) zu den KB-Terminen während der Gesamtdauer der BK/KB in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen	172

Abbildung 50:	Mittlere Anzahl der gesamten Rüsselkontakte zum Eber zu den KB-Terminen während der Gesamtdauer der BK/KB in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen; unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe 173
Abbildung 51:	Mittlere Anzahl der gesamten Rüsselkontakte zum Eber zu den KB-Terminen, während der Eber 1 vor der Gruppe fixiert ist, in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen; unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe 173
Abbildung 52:	Mittlere Anzahl des Verhaltensparameters „Unruhe während der KB“ in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum 174
Abbildung 53:	Prozentualer Anteil der Sauen auf den jeweiligen Standplätzen, die während der KB keine Unruhe zeigen 176
Abbildung 54:	Mittlere Anzahl der von den Sauen gezeigten Unruhe während der KB in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe 177
Abbildung 55:	Prozentualer Anteil der Sauen auf den jeweiligen Standplätzen, die während der KB keine Unruhe zeigen; unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe 177
Abbildung 56:	Prozentuale Anteile der zu früh, zu spät und zum optimalen Zeitpunkt besamten Sauen, die während der KB keine Unruhe zeigen 181
Abbildung 57:	Prozentualer Anteil der mittleren Stehzeit der Sauen an der Gesamtbeobachtungszeit zu den einzelnen Tagen in Relation zum Duldungsbeginn (Db) der Sauen 185
Abbildung 58:	Prozentualer Anteil der mittleren Stehzeit der Sauen an der Gesamtbeobachtungszeit zu den einzelnen Tagen in Relation zum Duldungsende (De) der Sauen 185
Abbildung 59:	Durchschnittliche Häufigkeit des Aufstehens und Hinlegens der Sauen während der einzelnen Beobachtungstage in Relation zum Duldungsbeginn (Db) der Sauen 186
Abbildung 60:	Durchschnittliche Häufigkeit des Aufstehens und Hinlegens der Sauen während der einzelnen Beobachtungstage in Relation zum Duldungsende (De) der Sauen 186

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Übersicht zum Sexualzyklus des Hausschweins	17
Tabelle 2:	Genotypenverteilung aller untersuchten Sauen	85
Tabelle 3:	Paritäten aller untersuchten Sauen	86
Tabelle 4:	Genotypenverteilung der videoüberwachten Sauen	87
Tabelle 5:	Paritäten der videoüberwachten Sauen	88
Tabelle 6:	Verteilung der Säugezeitdauer in den verschiedenen Untersuchungsgruppen	89
Tabelle 7:	Alter und Einsatz der verschiedenen Stimulationseber	90
Tabelle 8:	Verhaltensparameter und deren Definitionen für die Auswertung der Videoaufzeichnungen während der BK und KB	104
Tabelle 9:	Übersicht zu den festgelegten Ausschlusskriterien	107
Tabelle 10:	Mittelwert, Minimum und Maximum des Absetz-Östrus-Intervalles ...	110
Tabelle 11:	Mittelwert, Minimum und Maximum der Östrusdauer	112
Tabelle 12:	Stichprobenumfänge der im Stall erhobenen adspektorischen Daten	113
Tabelle 13:	Beginn und Ende der maximalen Ödematisierung der Vulva (Grad 3)	114
Tabelle 14:	Beginn und Ende der maximalen Vulva-Ödematisierung für Sauen, bei denen lediglich eine Rötung oder Schwellung der Vulva (Grad 2) erreicht wurde	115
Tabelle 15:	Zeitliche Beziehung zwischen Rückgang der Vulvaödematisierung und Duldungsbeginn	116
Tabelle 16:	Zeitliche Beziehung zwischen Rückgang der Vulvaödematisierung und theoretischem Ovulationszeitpunkt	117
Tabelle 17:	Häufigkeit sowie Farbe und Konsistenz des während der einzelnen Adspektionen beobachteten Vaginalausflusses.....	118
Tabelle 18:	Häufigkeit sowie Farbe und Konsistenz des Vaginalausflusses der einzelnen Sauen	119
Tabelle 19:	Verteilung des Auftretens der verschiedenen Vaginalausfluss- typen relativ zum Duldungsbeginn	120
Tabelle 20:	Zeitliche Beziehung zwischen dem Rückgang der Futteraufnahme und dem Duldungsbeginn	123

Tabelle 21:	Bei der Ovardiagnostik erhobene Befunde und deren Code	126
Tabelle 22:	Stichprobenumfänge der Brunstkontrollen und Besamungen für die verschiedenen Zeitphasen sowie die einzelnen BK-Termine	134
Tabelle 23:	Mittlere Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter während der Brunstkontrollen ohne Besamung der jeweiligen Sauen	136
Tabelle 24:	Mittlere Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter zu den verschiedenen BK-Terminen	137
Tabelle 25:	Durchschnittliche Dauer der einzelnen Zeitphasen sowie der gesamten BK zu den verschiedenen BK-Tagen	138
Tabelle 26:	Anzahl der durchgeführten Besamungen zu den verschiedenen Terminen	139
Tabelle 27:	Mittlere Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB- Terminen während der Gesamtdauer vom Schließen der Tore im Eberlaufgang bis zum Ende der Eberanwesenheit	151
Tabelle 28:	Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit von der Anzahl der Stimulationseber	154
Tabelle 29:	Durchschnittliche Dauer der einzelnen Zeitphasen der BK/KB zu den KB-Terminen der 1- bzw. 2-Eber-Gruppe	155
Tabelle 30:	Durchschnittliche Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter je Minute BK-Dauer zu den KB-Terminen in Abhängigkeit von der Anzahl der Stimulationseber	156
Tabelle 31:	Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit von den eingesetzten Stimulierebern	158
Tabelle 32:	Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit von der Rangposition der Sauen (ranghoch <i>versus</i> rangniedrig)	160
Tabelle 33:	Mittlere Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen für die einzelnen Rangpositionen der Sauen	162
Tabelle 34:	Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen	169
Tabelle 35:	Anteil der Sauen auf den einzelnen Standplätzen, die während der KB keine Unruhe zeigen	175

Tabelle 36: Mittlere Anzahl und Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt relativ zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt	179
Tabelle 37: Mittlere Anzahl einzelner Verhaltensparameter je Minute BK-Dauer zu den KB-Terminen in Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt relativ zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt	180
Tabelle 38: Mittlere Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt in Bezug zum Ergebnis der Ovardiagnostik	182
Tabelle 39: Aktivitätsverhalten der Sauen zu den Stallruhezeiten während der einzelnen Beobachtungstage	184
Tabelle 40: Graviditätsdaten	188
Tabelle 41: Abferkelergebnisse und Ferkelindex	189
Tabelle 42: Leistungsdaten der Jungsauen und primiparen Sauen	190
Tabelle 43: Verteilung des laktationsbedingten Körpermasseverlustes der Sauen auf die Untersuchungsgruppen	192
Tabelle 44: Verteilung der verschiedenen Säugezeiträngen auf die Untersuchungsgruppen	192

1. Einleitung und Zielstellung

Die Künstliche Besamung (KB) beim Schwein hat in den zurückliegenden Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen und stellt heute das Hauptbelegungsverfahren sowohl in der Schweinezucht als auch bei der Ferkelerzeugung dar. Im Jahr 2005 wurden 90 % der Zuchtsauen in Deutschland mittels KB belegt, wobei die Inseminationen zu 98 % von Eigenbestandsbesamern durchgeführt wurden (BUSCH und WABERSKI, 2007). Nach Angaben des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion e. V. wurde 2010 in 93,5 % der deutschen Betriebe die KB angewandt, wofür allein die Besamungsstationen 11,9 Millionen (Mio.) Spermaportionen zur Verfügung stellten (GATZKA et al., 2011).

In Dänemark, Frankreich und den Niederlanden werden sehr viel höhere Zucht- und Produktionsleistungen erreicht als in Deutschland (EDWARDS und BAXTER, 2012; VINTHER, 2012). Dies ist zum Teil auf die Genetik der verwendeten Sauenlinien zurückzuführen, weist aber auch darauf hin, dass bei uns das vorhandene Leistungspotential nicht ausgeschöpft wird. Eine Ringauswertung des Mitteldeutschen Schweinezuchtverbandes für das Wirtschaftsjahr 2010/11 (67 Betriebe mit durchschnittlich 537 Sauen) zeigt, dass insbesondere durch eine Verbesserung der Umrauscherraten noch enormes Leistungspotenzial vorhanden ist. Während die teilnehmenden Betriebe im Durchschnitt eine Wurfgröße von 12 lebend geborenen Ferkeln (LGF) und 75 % der Betriebe sogar eine mittlere Wurfgröße von mehr als 13 LGF erreichten, lag die Umrauscherrate (UR) im Mittel bei 13,4 % mit einer Schwankungsbreite von 6,9 bis zu 20,7 % (SCHRÖDER, 2011). Die UR wird neben Faktoren, die ein Absterben aller Embryonen bzw. Föten im Uterus bewirken, v. a. durch den Erfolg der KB bedingt; dieser wiederum hängt sehr stark vom Besamungsmanagement ab. Ziel eines guten Besamungsmanagements sind hohe Befruchtungsergebnisse und daraus resultierende niedrige Umrauscherraten, große Würfe und eine hohe Wurffolge.

Der Befruchtungserfolg bei der KB wird durch sehr viele Faktoren, wie Stimulation der Sauen, Inseminationstermin, Besamungshäufigkeit, Dauer der Besamung, eingesetzte Besamungshilfen, Technik der Samenübertragung, Samenqualität, Hygiene, Körperkondition und Gesundheitszustand der Sau, sowie von der Jahreszeit und dem Stallklima beeinflusst. Für die Stimulation der Sauen zur KB stehen dem Besamungstechniker viele Hilfsmittel zur Verfügung, die alle einen oder mehrere der

vom Eber ausgehenden optischen, olfaktorischen, akustischen oder taktilen Schlüsselreize nachahmen. Die beste Stimulation erfolgt aber durch einen bei der KB anwesenden Eber, da dieser alle Schlüsselreize auf sich vereinigt (SCHNURRBUSCH, 2007).

Die Literatur gibt Hinweise auf Unterschiede in der Stimulationswirkung verschiedener Eber. Diese sind jedoch praktisch kaum zu erfassen. Zur besseren Stimulation und um die Schwächen eines Ebers auszugleichen, kann es daher sinnvoll erscheinen, die Sauen während der Besamung durch mehrere Eber gleichzeitig bzw. nacheinander zu stimulieren. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher zu überprüfen, ob durch die Anwesenheit von zwei fertilen Ebern während der KB die Stimulation der Sauen sowie deren Duldungsverhalten und daraus resultierend die Befruchtungs- und Reproduktionsergebnisse verbessert werden können.

2. Literaturübersicht

2.1. Reproduktionsbiologie der Schweine

2.1.1. Physiologie der Fortpflanzung

Schweine erreichen die Geschlechtsreife im Alter von 160-240 Tagen (RÜSSE, 1991 a; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 b; LITTMANN et al., 1997 c; BOSTEDT, 2009). Als zuchtreif gelten sie aber erst ab einem Mindestalter von 220 Tagen und einem Körpergewicht von mindestens 130 kg (SCHNURRBUSCH, 2007). Das Hausschwein zählt zu den ganzjährig polyöstrischen Tieren, d. h. dass sein Sexualzyklus das ganze Jahr hindurch in regelmäßigen Abständen wiederkehrt, vorausgesetzt es tritt keine Gravidität ein (ANDERSON, 1980; RÖVER, 1991; RÜSSE, 1991 a; BOLLWAHN, 1992). Die Zykluslänge beträgt beim Schwein im Mittel 21 Tage, mit einer Schwankungsbreite von 16-25 Tagen (SIGNORET, 1972; HUNTER, 1977; ANDERSON, 1980; BOSTEDT, 1980; JÖCHLE und LAMOND, 1980; KRIDER et al. 1982; ROWLANDS und WEIR, 1984; RÜSSE, 1991 a; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; HEINZE, 2005; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007; BOSTEDT, 2009). Wesentliche Rasseunterschiede bezüglich der Zykluslänge bestehen nicht. Bei Jungsaunen ist die Zyklusdauer aber meistens etwas kürzer als bei multiparen Saunen (BOLLWAHN, 1992). Die Gravidität dauert beim Schwein ca. 114/115 Tage (108-120 Tage) (JÖCHLE und LAMOND, 1980; MC LAREN, 1980; KRIDER et al. 1982; ROWLANDS und WEIR, 1984; SCHNURRBUSCH, 2006). Bei großen Würfen ist die Graviditätsdauer i. d. R. kürzer als bei kleinen Würfen (SCHNURRBUSCH, 2006). Nach terminorientierter Besamung gilt der Tag der zweiten Insemination als Graviditätstag 1. Auch bei dulungsorientierter Besamung kann der Tag der zweiten Belegung als erster Graviditätstag angenommen werden, da angestrebt wird, dass beide Belegungen vor der Ovulation erfolgen. Werden mehr als 2 Belegungen durchgeführt, kann nicht genau eingeschätzt werden, wann die Befruchtung erfolgt ist und welcher Tag als Graviditätstag 1 zu zählen ist (SCHNURRBUSCH, 2006). Nach der Abferkelung, während der Laktation, führt das Saugen der Ferkel (JÖCHLE und LAMOND, 1980) über die Stimulation der Prolaktin-Freisetzung sowie die neuroendokrine Inhibition der Freisetzung von Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH) (EDWARDS, 1982; BOSTEDT, 1988; KRAELING und BARB, 1990; QUESNEL und PRUNIER, 1995)

zum Ruhen der Ovaritätigkeit und somit zum Ausbleiben weiterer Zyklen; es besteht eine laktationsbedingte Zyklusblockade oder Azyklie (Laktationsanöstrie), während der im Hormonprofil keine Schwankungen zu erkennen sind (BOSTEDT, 1980). Nur bei unphysiologisch kleinen Würfen kann schon während der Laktation eine fertile Brunst auftreten (PLONAIT, 2004). Auch durch hohe Gaben von pregnant mare serum gonadotrophin (PMSG) und zeitweiser Isolation der Sau vom Wurf kann die laktationsbedingte Ovarinaktivität aufgehoben und während der Laktationsperiode eine fertile Rausche ausgelöst werden. Dies ist allerdings nur bei langer Laktationsdauer ab der dritten Laktationswoche möglich (CRIGHTON, 1970; AHRENS und SCHLEGEL, 1975). Unter physiologischen Bedingungen ist frühestens drei Wochen *post partum* (*p. p.*) und erst nach dem Absetzen der Ferkel ein erneuter Zyklus mit fertiler Brunst möglich (VARLEY und FOXCROFT, 1990). Auch die Rekonvaleszenz des Endometriums und somit die Voraussetzung für die Etablierung einer erneuten Gravidität ist erst gegen Mitte der dritten Postpartalwoche abgeschlossen (BUSCH, et al. 2004; BUSCH, 2007). Nach dem Absetzen der Ferkel wird die zyklische Aktivität innerhalb eines Tages wieder aufgenommen (JÖCHLE und LAMOND, 1980) und 2-10 Tage nach dem Absetzen der Ferkel kommen die Sauen erneut in den Östrus (BOSTEDT, 1980; SOEDE et al., 1994 a und 1994 b; MBURU et al., 1995; SOEDE et al., 1996 a; LITTMANN et al., 1997 c; NISSEN et al., 1997; STEVERINK et al., 1997; LANGENDIJK et al., 2000 a; LUCY et al., 2001; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007). KNOX und ZAS (2001) sowie CORRÊA et al. (2002) geben für das Absetz-Östrus-Intervall (A-Ö-I) sogar einen Bereich von 2-15 Tagen an. Das A-Ö-I kann durch verschiedene Faktoren, wie Dauer der Sägezeit, Ernährungszustand der Sau nach dem Absetzen, Jahreszeit bzw. Umgebungstemperatur oder Parität der Sau, beeinflusst werden. So ist nach kurzer Sägezeit (SELF und GRUMMER, 1958; ALLRICH et al., 1979; KOKETSU und DIAL, 1997; BILKEI und BIRO, 1998), bei stark abgesaugten Sauen (SCHATZMANN und ZIMMERMANN, 1987; VESSEUR et al., 1994; SCHNURRBUSCH, 2005), während der Sommermonate (HURTGEN et al., 1980, zitiert nach RICHTER, 1984; KEINDORF und PLESCHER, 1981; VESSEUR et al., 1994; PRUNIER et al., 1996; KOKETSU und DIAL, 1997) sowie bei primiparen Sauen (RICHTER, 1984; VESSEUR et al., 1994; KOKETSU und DIAL, 1997) mit einem längeren A-Ö-I zu rechnen. KNOX und ZAS (2001) konnten allerdings keinen Einfluss von Saison, Parität oder Laktationsdauer und CORRÊA et al. (2002) konn-

ten keinen Einfluss von Parität (1-4) oder Laktationsdauer auf das A-Ö-I feststellen. Auch LITTMANN et al. (1997 c) bestreiten einen Einfluss der Laktationsdauer auf das A-Ö-I.

2.1.2. Sexualzyklus

Beim Schwein wird der Sexualzyklus auch als Brunstzyklus bezeichnet, da die klinische Beurteilung des Zyklusstandes aufgrund des äußerlich erkennbaren Vorgangs der Brunst erfolgt. Der Tag, an dem erstmalig der Duldungsreflex auftritt, wird hierbei - in der Literatur unterschiedlich - als Zyklustag 0 oder 1 bezeichnet (SCHNURRBUSCH et al., 1981; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006; WÄHNER und HOY, 2009), da für alle Säugetiere mit Ausnahme der Primaten der erste Tag, an dem äußere Brunsterscheinungen sichtbar werden, als Beginn des Zyklus definiert wird (DÖCKE, 1994). Der auch als Immobilisationsreflex bezeichnete Duldungsreflex der Sau ist gekennzeichnet durch eine typische Körperhaltung, die die Sau einnimmt und in der sie bewegungslos verharrt. Dabei ist der Rücken in der Nierengegend leicht nach oben gekrümmt, die Hinterbeine sind nach außen gestemmt, die Ohren angehoben und der Schwanz leicht zur Seite gelenkt, so dass die Vulva deutlich sichtbar wird (GRAUVOGEL, 1958; SCHENK, 1967; SIGNORET, 1970 c, 1971 und 1972; KÖNIG et al., 1972; CLAUS, 1979; RÜSSE, 1991 a; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; SPITSCHAK, 2007; BOSTEDT, 2009). Während des Duldungsreflexes widersetzt sich die Sau allen Bemühungen, sie von der Stelle zu bewegen (SIGNORET, 1970 b).

Der Zyklus des Schweines lässt sich in die vier Abschnitte Proöstrus (Vorbrunst, Vorausche, Follikelreifungsphase), Östrus (Haupt- oder Vollbrunst, Hauptrausche, Brunst, Rausche), Metöstrus (Nachbrunst, Gelbkörper(bildungs)phase) und Diöstrus (Zwischenbrunst) unterteilen (BOSTEDT, 1980; SCHNURRBUSCH et al., 1981; KOLB, 1989; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; WEITZE, 2000; PLONAIT, 2004; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007; BOSTEDT, 2009; WÄHNER und HOY, 2009). Allerdings werden die Bezeichnungen der einzelnen Zyklusphasen, insbesondere die deutschen Synonyme, in der Literatur nicht ganz einheitlich gebraucht. Einige Autoren fassen Proöstrus, Östrus und Metöstrus als Zeitraum der sexuell aktiven Phase unter dem Begriff Brunst oder Rausche zusammen (GRAUVOGEL, 1958; KÖNIG et al., 1972; KEMP und SOEDE, 1999; HEINZE, 2005; WÄHNER und HOY,

2009), da die Sauen während dieser gesamten Phase der Brunst, die etwa 7-8 Tage andauert, ein besonderes Verhalten, das sog. Brunstverhalten zeigen (GRAUVOGEL, 1958). Der Zeitraum des Östrus wird dann zur Abgrenzung als Vollrausche (GRAUVOGEL, 1958) oder Hauptbrunst (KÖNIG et al., 1972; WEITZE, 2000; WÄHNER und HOY, 2009) bezeichnet. SCHNORR und KRESSIN (2006) hingegen verwenden den Begriff Brunst synonym zu Östrus und bezeichnen nur die mehrstündige Ovulationsphase während des Östrus als Voll- oder Hochbrunst.

Parallel zu den äußeren Brunsterscheinungen laufen auch an den Ovarien und am Uterus zyklische Veränderungen ab (BOLLWAHN, 1992). Unter Beachtung der Veränderungen am Ovar lässt sich der Diöstrus nochmals unterteilen in die Phase der Gelbkörperreifung (Diöstrus I) und die Gelbkörperabbauphase (Diöstrus II) (SCHNURRBUSCH et al., 1981; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; WÄHNER und HOY, 2009).

ANDERSON (1980) unterteilt den Zyklus nach den Funktionskörpern an den Ovarien in die folliculäre Phase (Proöstrus und Östrus) und die luteale Phase (Metöstrus und Diöstrus). Auch BOSTEDT (2009) fasst Metöstrus und Diöstrus zum Interöstrus zusammen.

Während der lutealen und frühen follicularen Phase befinden sich auf jedem Ovar einer Sau ca. 30-50 kleine Follikel mit einem Durchmesser von 2-5 mm. Etwa 10-25 dieser Follikel erreichen während des Proöstrus und Östrus die präovulatorische Größe von 8-11 mm, während die Anzahl der kleinen Follikel (< 5 mm) abnimmt (ANDERSON, 1980; BOSTEDT, 1988; SCHNURRBUSCH, 2006). Die relativ lange Lutealphase von ca. 16 Tagen ist gekennzeichnet durch das schnelle Wachstum der *Corpora lutea* (Cc. l.) bis zu einem max. Gewicht von 350-450 mg am 6.-8. Zyklustag sowie die Erhaltung der Lutealzellen und Sekretion bis zum 16. Zyklustag und eine schnelle Regression der Gelbkörper zum nicht sekretorischen *Corpus albicans* (C. a.) (ANDERSON, 1980).

Im Vergleich zum Wiederkäuer hat das Schwein eine relativ lange Follikelphase (Zyklustag 17 des vorherigen Zyklus bis Tag 2 des neuen Zyklus) (BOSTEDT, 1980 (ab 15. Tag); SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; HUNTER et al., 2004). Bereits zu Beginn des vorherigen Metöstrus beginnt das verstärkte Wachstum der Tertiärfollikel, das durch den postovulatorischen FSH-Gipfel induziert wird (BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c). Kurz nach der Ovulation beginnen ca. 30 bis 50 Follikel je Ovar bis auf eine Größe von mind. 3 mm anzuwachsen. Wäh-

rend des Proöstrus des neuen Zyklus kommt es durch den Abfall der FSH-Konzentration im Blut zur Selektion der dominanten Follikel; die Zahl der Follikel reduziert sich auf etwa 10-18 bei Jungsauen und 15-25 bei multiparen Sauen (BOSTEDT, 1988; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006).

Den äußerlich zu erfassenden Brunstsymptomen liegen sich wechselseitig beeinflussende neuroendokrine Steuermechanismen zugrunde. Die wesentlichen Elemente dieses Regelkreises sind das Zentralnervensystem (ZNS) mit dem im Hypothalamus gelegenen Sexualzentrum, die Adenophyse und die Ovarien (HEINZE, 2005).

Der Hypothalamus stellt das übergeordnete Steuerzentrum der zyklischen Vorgänge, insbesondere des Östrus, dar (HEINZE, 2005; BOSTEDT, 2009). Einerseits nimmt er als Vermittler aus der Umwelt kommende Reize auf und verarbeitet sie und andererseits kontrolliert und reguliert er über Feedback-Mechanismen die Hormonproduktion in den untergeordneten Organen, der Adenophyse und den Ovarien (SCHNURRBUSCH, 1998). Induziert durch innere Regelmechanismen, wie das Absinken der Progesteronkonzentration im Blut, und beeinflusst durch äußere Reize, wie z. B. vom Eber ausgehende sexuelle Stimuli, Bewegung, Licht, Fütterung und Belastungssituationen, kommt es im Hypothalamus zur Synthese und Sekretion des Neurohormons GnRH. Dieses wird über die Portalgefäße zum Hypophysenvorderlappen (HVL) transportiert, wo es die Sekretion der Gonadotropine Follikel stimulierendes Hormon (FSH), luteinisierendes Hormon (LH) und Prolaktin bewirkt (HEINZE, 2005; BRÜSSOW, 2005; BOSTEDT, 2009). FSH und in zeitlicher Folge auch LH gelangen über die Blutbahn zum Ovar und bewirken dort die Ausreifung der Tertiärfollikel zu ovulationsreifen Graafschen Follikeln und deren Ovulation sowie die Synthese und Sekretion der Ovarhormone (Östrogene und Progesteron) (HEINZE, 2005; BRÜSSOW, 2005; SCHNURRBUSCH, 1998). Die ausgeschütteten Hormone wirken über Rückkopplungsmechanismen regelnd auf die übergeordneten Steuerzentren (BRÜSSOW, 2005).

Neurotransmitter, extraneuronale Substanzen sowie exogene Reize beeinflussen die für den Ablauf des Sexualzyklus wichtige, pulsatile GnRH-Ausschüttung aus dem Hypothalamus; Frequenz und Amplitude der GnRH-Pulse variieren während des Sexualzyklus (DÖCKE, 1994; PLONAIT, 2004).

Die zyklischen Vorgänge des Organismus scheinen in begrenztem Umfang auch Einfluss auf die Körpertemperatur der Sauen zu nehmen. JUNGE-WENTRUP und HOLZ (1985) beschreiben nach der Erfassung längerfristiger Messprofile der

Vaginaltemperatur bei 40 Sauen mit Hilfe eines drahtgebundenen biotelemetrischen Messverfahrens eine Verschiebung des Temperaturprofils um 0,2-0,3 °C auf ein höheres Niveau. Dieser Effekt der Brunst auf die Körpertemperatur ist besonders ausgeprägt während der Zeiten der Stallruhe, da in dieser Zeit die zyklischen Schwankungen kaum durch äußere Störfaktoren wie z. B. die Fütterung überlagert wird. Die Autoren weisen allerdings darauf hin, dass durch Erkrankungen verursachte Veränderungen in der Körpertemperatur die zyklischen Schwankungen bei weitem übertreffen. HENNE (1991) beobachtete nach 540 Einzelmessungen der Rektaltemperatur von 60 Jungsaugen zu unterschiedlichen Tageszeiten zwischen dem ersten und dem fünften Tag nach PMSG-Gabe überwiegend einen Abfall der Körperinnentemperaturen vor und v. a. während des Duldungseintrittes. SOEDE et al. (1997 b) hingegen konnten durch kontinuierliche Messung der Vaginaltemperatur bei 8 Sauen zwischen den Tagen 4 bis 10 nach Altrenogest-Behandlung und Ovulationskontrolle mittels transrektaler Sonographie im 2-h-Intervall keine Änderung der Vaginaltemperatur im Zeitraum von 4 d vor bis 2 d nach der Ovulation feststellen. Bei allen drei Untersuchungen wurde allerdings eine generell ausgeprägte Dynamik der Körperinnentemperatur im Tagesverlauf, mit höheren Werten am Nachmittag gegenüber den Vormittagsstunden und den niedrigsten Werten während der Nacht festgestellt, die zyklisch bedingte Temperaturschwankungen überlagern kann.

Im Gegensatz zu Sauen in Einzelhaltung zeigen Sauen in Gruppenhaltung, egal ob mit oder ohne Eberkontakt, eine starke Synchronität des Östruszyklus. PEDERSEN (2007) vermutet, dass diese Synchronität auf Pheromone der Sauen zurückzuführen ist, die in Kombination mit sozialen Stimuli wie z. B. Aufspringen oder Flankenstöße eventuell den Östruszyklus beeinflussen. Solche Verhaltensstimuli scheinen einen synchronisierenden Effekt auf die Gruppe zu haben (PEDERSEN, 2007). Allerdings konnte HÜHN (pers. Mitteilung) bei Untersuchungen an Hausschweinen keinen synchronisierenden Effekt durch die Gruppenhaltung der Sauen nachweisen.

2.1.2.1. Proöstrus

Die Phase des Proöstrus ist gekennzeichnet durch vorbereitende Veränderungen am äußeren und inneren Genitale im Hinblick auf den Östrus (KEMP und SOEDE, 1999; BOSTEDT, 2009). Die Dauer dieser Zyklusphase wird in der Literatur sehr unterschiedlich mit einem Zeitraum von 1-6 Tagen angegeben (GRAUVOGEL, 1958; KÖNIG et al., 1972; SIGNORET, 1972; BOSTEDT, 1980; SCHNURRBUSCH et al., 1981; KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 a; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; MBURU et al., 1995; LITTMANN et al., 1997 b; KEMP und SOEDE, 1999; WEITZE, 2000; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007; SCHNORR und KRESSIN, 2006). Die Sauen sind während dieser Zeit unruhig, die Nahrungsaufnahme ist vermindert und die postbrandialen Ruhezeiten sind verkürzt (GRAUVOGEL, 1958; SIGNORET, 1970 b; KÖNIG et al., 1972; SIGNORET, 1972; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; WEITZE, 2000; PLONAIT, 2004; HEINZE, 2005; SCHNURRBUSCH, 2007; PEDERSEN, 2007; BOSTEDT, 2009). Sie bespringen Buchtengenossen ohne selbst den Aufsprung zu dulden. Sauen im Proöstrus suchen die Nähe des Ebers, gegenüber dem sie aber noch nicht rezeptiv sind; d. h. die Sau läuft vor dem Eber nicht weg, bleibt aber auch nicht stehen (GRAUVOGEL, 1958; KÖNIG et al., 1972; SIGNORET, 1972; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; WEITZE, 2000; PLONAIT, 2004; HEINZE, 2005; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007; PEDERSEN, 2007; BOSTEDT, 2009). Es liegt noch kein Duldungsreflex und somit keine Paarungsbereitschaft vor (SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; WEITZE, 2000; SCHNURRBUSCH, 2006). Im späten Proöstrus stemmt die Sau gegen den Flankendruck, weicht aber der Belastung des Rückens noch aus (KÖNIG et al., 1972).

Am Ovar wachsen unter dem Einfluss der verstärkten Bindung von FSH und LH 10-25 Follikel auf eine Größe von 8-10 mm Durchmesser an (KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 a; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; HUNTER et al., 2004; SCHNURRBUSCH, 2006; BOSTEDT, 2009 (6-10 mm)). Mit der Größe der Follikel nimmt auch die Anzahl der LH- und FSH-Rezeptoren der Granulosa- und Thekazellen im Follikelepithel zu (RÜSSE, 1991 a). Die endokrine Aktivität dieser weitgehend ausgereiften Tertiärfollikel steigt (KOLB, 1989; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; BOSTEDT, 2009). Mit der zunehmenden Östrogensynthese in den wachsenden Follikeln steigt auch im Blutplasma der Sauen der Östrogengehalt an

(KOLB, 1989; WEITZE, 2000; BOLLWAHN, 1992). Die Östrogene werden an den Nervenzellen des Sexual- und des Erotisierungszentrums, den FSH- und LH-sezierenden Zellen des HVL (gonadotrope Zellen) und den Epithelzellen von Eileiter, Uterus und Vagina gebunden (KOLB, 1989) und bewirken neben dem Anstieg der Gonadotropinkonzentration im Blutplasma (BOLLWAHN, 1992) eine verstärkte Durchblutung von Eileiter, Uterus und Vagina, eine starke Zunahme der Uterusmuskulatur, eine Erweiterung des Zervixkanals sowie eine Zunahme der Zellteilungsrate in Eileiter- und Uterusschleimhaut (Proliferationsphase) (KOLB, 1989; BOLLWAHN, 1992). Infolge der Östrogeneinwirkung erhöht sich die Wasserbindungskapazität des Bindegewebes, was klinisch als zunehmende Ödematisierung von Vulva sowie der Vestibular- und Vaginalschleimhaut sichtbar ist (BOSTEDT, 2009). Durch die Ödematisierung und Hyperämie der Vulva erscheint diese gerötet, geschwollen und warm (GRAUVOGEL, 1958; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; SOEDE und KEMP, 1997; AUMÜLLER, 2000; PLONAIT, 2004; HEINZE, 2005; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007). Die Rötung und Schwellung der Vulva verstärkt sich im Laufe des Proöstrus, erreicht noch während dieser Zyklusphase ihr Maximum und geht im Östrus wieder langsam zurück (BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006), da der Östrogengehalt im Blutplasma noch vor Östrusbeginn wieder abnimmt (RÜSSE, 1991 a).

LANGENDIJK et al. (2000 b) beobachteten bei 87 % von 117 untersuchten Sauen eine Rötung der inneren Vulva als Zeichen des Proöstrus, die im Durchschnitt 52 h vor der Ovulation begann und 21 h vor der Ovulation endete. Fünf der untersuchten Sauen zeigten aber auch noch innerhalb von 5 h nach der Ovulation eine Rötung der Vulva.

Die glatte Muskulatur von Uterus und Zervix zeigt während des Proöstrus zunehmend Kontraktionen (BOLLWAHN, 1992; LITTMANN et al., 1997 b; WEITZE, 2000), deren Frequenz und Amplituden zum Östrus hin ansteigen (LANGENDIJK et al., 2000 a). Aus der *Rima vulvae* kann ein beginnender, eher dünnflüssiger Schleimabfluss festgestellt werden (BOLLWAHN, 1992; LITTMANN et al., 1997 b; WEITZE, 2000).

2.1.2.2. Östrus

Der Östrus wird mit der Zeit der Paarungsbereitschaft der Sau gleichgesetzt (SIGNORET, 1972; SCHNURRBUSCH, 2006). Per Definition beginnt der Östrus, sobald die Sau den Aufsprung des Ebers duldet, und endet, sobald sie den Aufsprung verweigert (SCHENK, 1967; SCHNURRBUSCH, 2006). Die Östrusdauer ist sehr variabel mit einer Spannweite von weniger als 24 bis mehr als 96 Stunden (ANDERSON, 1980; BOSTEDT, 1980; ROWLANDS und WEIR, 1984; KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 a; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; WEITZE et al., 1994; SOEDE et al., 1994 a, 1994 b und 1995 b; MBURU et al., 1995; SOEDE et al., 1996 a; NISSEN et al., 1997; STEVERINK et al., 1997; SCHNURRBUSCH, 1998; KEMP und SOEDE, 1999; LANGENDIJK et al., 2000 a; KAEOKET et al., 2003; SCHNORR und KRESSIN, 2006; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007; HOY, 2007). Teilweise werden in der Literatur sogar Sauen mit einer Östrusdauer von bis zu 5 Tagen beschrieben (SIGNORET, 1972; KRIDER et al., 1982; WEITZE et al., 1994; CORRÊA et al., 2002). Im Mittel dauert der Östrus etwa 2 Tage (STEVERINK et al., 1997; SCHNURRBUSCH et al., 1981; WEITZE, 2000), wobei Jungsaue n i. d. R. eine kürzere Östrusdauer aufweisen als Altsauen (ANDERSON, 1980; KEMP und SOEDE, 1999; TAROCCO und KIRKWOOD, 2001; SCHNURRBUSCH, 2006). Auch bei Sauen der Paritäten 1 und 2 ist die mittlere Östrusdauer noch kürzer, als bei Sauen höherer Paritäten (STEVERINK et al., 1997). ANDERSON (1980) beschreibt auch eine längere mittlere Östrusdauer während der Sommermonate im Vergleich zum Winter. Diese saisonale Schwankung der Östrusdauer konnten STEVERINK et al. (1999) allerdings nur in einem Teil der von ihnen untersuchten Betriebe beobachten.

Während des Östrus verstärken sich die bereits im Proöstrus gezeigten Verhaltensweisen und die Sauen erzeugen ein tiefes, rollendes Heulen (VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006), das von GRAUVOGEL (1958) als Brunstlaut bezeichnet wird. SIGNORET (1969) beschreibt diesen Brunstlaut als ein charakteristisches Knurren von ziemlich schwacher Intensität. Die östrische Sau wird bissig und belästigt Artgenossen. Auch männliche Verhaltensweisen lassen sich während des Östrus beobachten. Die Sauen stoßen sich gegenseitig ins Gesäuge, beschnupern die Vulva von Buchtengenossinnen, legen den Rüssel auf den Schwanzansatz und springen auf (GRAUVOGEL, 1958; SCHENK, 1967; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006). Die östrische Sau ist gegenüber dem Eber rezeptiv (BOSTEDT, 2009). Bei Kontaktauf-

nahme durch den Eber reagiert sie auf die vom Eber ausgehenden Reize mit dem Duldungsreflex, der die Paarungsbereitschaft der Sau demonstriert und als das wichtigste Zeichen für den Östrus gilt (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1970 b; KÖNIG et al., 1972; ANDERSON, 1980; ROWLANDS und WEIR, 1984; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; SOEDE und KEMP, 1997; SCHNURRBUSCH, 1998; KEMP und SOEDE, 1999; WEITZE, 2000; PLONAIT, 2004; SCHNURRBUSCH, 2007; TÖNHARDT, 2007; BOSTEDT, 2009). Die Sau bleibt bei Annäherung des Ebers stehen, duldet Stöße in die Flanke (Flankendruck) und den Aufsprung des Ebers (SCHENK, 1967; KÖNIG et al., 1972; PLONAIT, 2004; SCHNURRBUSCH, 2007; BOSTEDT, 2009). Etwa 12 Stunden nach Beginn bis 12 Stunden vor Ende der Eberduldung ist der Duldungsreflex auch durch den Menschen auslösbar (SOEDE et al., 1996 a; SCHNURRBUSCH, 2007; SPITSCHAK, 2007), indem dieser unter Nachahmung der taktilen Reize des Ebers (siehe Kapitel 2.2.1) zunächst mit dem Knie oder der Hand fest in die Flanke der Sau drückt, die Kniefalte anhebt, Klitoris und Gesäuge massiert und schließlich bei der sog. Stützprobe mit der flachen Hand Druck auf Rücken, Lende oder Kruppe ausübt, oder - bei der Reitprobe - sich auf den Rücken der Sau setzt und mit den Knien gegen die Flanken drückt (GRAUVOGEL, 1958; SCHENK, 1967; SIGNORET, 1970 b und 1971; CLAUS, 1979; ROWLANDS und WEIR, 1984; RÖVER, 1991; RÜSSE, 1991 a; SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; PLONAIT, 2004; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; SPITSCHAK, 2007; BOSTEDT, 2009).

Bei etwa der Hälfte aller östrischen Sauen ist die Auslösung des Duldungsreflexes durch den Menschen auch möglich, ohne dass ein Eber anwesend ist (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1970 c, 1971 und 1972; CLAUS, 1994; LANGENDIJK et al., 2000 a), wobei der Anteil dieser Tiere während des Östrus ansteigt (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1972; LANGENDIJK et al., 2000 a). Bei Untersuchungen von SIGNORET und DU MESNIL DU BUISSON (1961) (zitiert nach SIGNORET (1972)) zeigten innerhalb der ersten 10 Stunden des Östrus weniger als 40 % der Sauen den Duldungsreflex ohne Eberanwesenheit, während es 24 bis 36 Stunden nach Östrusbeginn etwa 60 % waren.

Die Vulva ist während des Östrus noch gerötet und in sehr unterschiedlichem Maße geschwollen (GRAUVOGEL, 1958; ROWLANDS und WEIR, 1984; KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 a; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006).

Unter sinkendem Östrogenspiegel und steigendem Progesteroneinfluss sind Ödematisierung und Hyperämie der Vulva aber rückläufig (BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 c; WEITZE, 2000; PLONAIT, 2004; SCHNURRBUSCH, 2007), wobei Rötung und Schwellung noch bestehen, aber Intensität und Spannung nachlassen (KÖNIG et al., 1972). Die periphere Östrogenkonzentration vermindert sich bereits im frühen Östrus. Da aber die Östradiol-Rezeptoren in der Genitalschleimhaut noch besetzt sind, nimmt der Ödematisierungsgrad erst ab der Mitte, verstärkt jedoch am Ende des Östrus ab (BOSTEDT, 2009). Manchmal bleiben Rötung und Schwellung der Vulva bis zum Ende der Empfänglichkeit bestehen, aber meistens verschwinden sie während oder bevor die Kopulation erlaubt wird (SIGNORET, 1972; LANGENDIJK et al., 2000 b). Die Schleimhaut im Scheidenvorhof und der Vagina ist feucht und hellrot (PLONAIT, 2004). Das Vaginalepithel verdickt sich auf 10-12 Zellschichten, gegenüber 3-5 Zellschichten in den übrigen Zyklusphasen (RÜSSE, 1991 a). Das Scheidensekret nimmt ab und erhält eine klebrige Konsistenz (PLONAIT, 2004; SCHNURRBUSCH, 2007). Gelegentlich ist schleimiger Scheidenausfluss vorhanden (KÖNIG et al., 1972; ANDERSON, 1980; RÜSSE, 1991 a; BOLLWAHN, 1992; BOSTEDT, 2009), der von WEITZE (2000) als honigfarben, trüb und pappig beschrieben wird. BILKEI (1996) beschreibt das Auftreten geringer Mengen eines farblosen bis weißgrauen, klebrigen Vaginalausfluss während des präovulatorischen Östrus. Auch GRAUVOGEL (1958) erwähnt den Ausfluss eines dünnflüssigen Scheidensekretes während des Östrus. Der Zervixverschluss erstreckt sich im Östrus weit nach kaudal und die Zervix ist rektal deutlich als wurstartiges Gebilde fühlbar (PLONAIT, 2004). In der glatten Muskulatur von Zervix und Uterus treten nun starke spontane Kontraktionen mit maximaler Frequenz und Amplitude auf (BOLLWAHN, 1992; LANGENDIJK et al., 2005). ZEROBIN (1968) ermittelte sowohl *in vitro* als auch bei narkotisierten Sauen *in vivo* am Myometrium während des Östrus regelmäßig ablaufende und in hohem Maße gleichmäßige kräftige Kontraktionswellen, deren Richtung am 1. und 3. Östrustag vorwiegend tubozervikal gerichtet war, während am 2. Östrustag vorwiegend oder ausschließlich zervikotubale Kontraktionen auftraten.

In die Uterusschleimhaut sind während des Östrus neben Lymphozyten und Plasmazellen, die zur spezifischen Immunabwehr gehören, und deren Zahl während des Zyklus nur unerheblichen Schwankungen unterliegt, unter dem Einfluss von Östrogen auch vermehrt die zur Phagozytose befähigten neutrophilen Granulozyten sowie

Monozyten und phagozytierende Makrophagen als Anteile des allgemeinen Abwehrsystems eingewandert. Diese Abwehrzellen symbolisieren eine erhöhte Abwehrbereitschaft des Endometriums gegenüber potenziell durch die geöffnete Zervix eindringenden Keimen, phagozytieren aber auch einen erheblichen Teil der durch den Deckakt oder die KB eingebrachten Spermien (KAEOKET et al., 2002; MATTHIJS et al., 2003; DALIN et al., 2004).

An den Ovarien wachsen die großen Tertiärfollikel (Graafsche Follikel) zur endgültigen Ausreifung und kommen etwa im letzten Drittel des Östrus zur Ovulation (ELSAESSER, 1982; KOLB, 1989; BOLLWAHN, 1992; SOEDE et al., 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; WEITZE et al., 1994; SOEDE et al., 1996 a; STEVERINK et al., 1997; LIU et al., 2000; WEITZE, 2000; KNOX und ZAS, 2001; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007; PEDERSEN, 2007; HOY, 2007; BOSTEDT, 2009) (siehe Kapitel 2.1.3). Die präovulatorische LH-Ausschüttung leitet bereits während des Östrus die Luteinisierung der Granulosa- und Thekazellen des Follikel-epithels ein und somit eine Umschaltung von der Östrogen- zur Progesteronsynthese (DÖCKE, 1994; BRÜSSOW, 2005). Nach der Ovulation erfolgt daher ein Anstieg der Progesteronkonzentration (BRÜSSOW, 2005), verbunden mit einem Abfall des Plasma-Östrogenspiegels im Blut (BOLLWAHN, 1992; DÖCKE, 1994).

2.1.2.3. Metöstrus

Mit dem Erlöschen des Duldungsreflexes beginnt der Metöstrus. Auch die übrigen Brunstsymptome klingen allmählich ab (KÖNIG et al., 1972; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; WEITZE, 2000; PLONAIT, 2004; SCHNURRBUSCH, 2006). Es dauert aber noch etwa drei Tage, bis die Symptome gänzlich abgeklungen sind (GRAUVOGEL, 1958; KÖNIG et al., 1972; BOSTEDT, 1980; SCHNURRBUSCH et al., 1981; BOLLWAHN, 1992; LITTMANN et al., 1997 b; WEITZE, 2000; SCHNORR und KRESSIN, 2006; SCHNURRBUSCH, 2006). Rötung und Schwellung der Vulva gehen zurück (KÖNIG et al., 1972; BOLLWAHN, 1992) und sie nimmt eine schlaffe, leicht gefälte Form an, die auch bei tragenden Sauen zu finden ist. Die Genitalschleimhaut ist blassrosa und trocken und der kaudale Zervixbereich erscheint weit und ist rektal nur undeutlich fühlbar (PLONAIT, 2004). Der Zervixkanal ist verschlossen und die kontraktile Aktivität der glatten Muskelzellen von Zervix und Uterus nimmt ab (ZEROBIN, 1968; BOLLWAHN, 1992; LANGENDIJK et al., 2005). Einzelne Tiere zeigen während des Metöstrus noch eine gesteigerte Unruhe (WEITZE, 2000).

Die kollabierten Follikel sind mit Blutkoagula gefüllt und werden als *Corpora haemorrhagica* (Cc. h.) bezeichnet. Innerhalb von 6-8 Tagen entstehen aus ihnen unter LH-Einfluss durch Teilung und Luteinisierung der Granulosa- und *Theca interna*-Zellen kompakte *Corpora lutea* (Cc. l.), die ihre maximale Größe und ihr maximales Gewicht erreichen, und ansteigende Mengen an Progesteron synthetisieren (KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 a; BOLLWAHN, 1992; DÖCKE, 1994; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 1998 und 2006; BOSTEDT, 2009). Im Verlauf des Metöstrus nimmt die Dichte der LH-Rezeptoren in den Cc. l. zunächst zu, so dass durch die verstärkte Bindung von LH die Progesteronsynthese noch gesteigert wird (KOLB, 1989). Das von den Cc. l. gebildete Progesteron hemmt über einen negativen Feedback-Mechanismus an der Adenophyse die LH-Freisetzung (SCHNURRBUSCH, 1998; BOSTEDT, 2009) und verhindert somit die Ausreifung weiterer Tertiärfollikel an den Ovarien (KOLB, 1989). Außerdem werden durch das Progesteron die Reaktionsfähigkeit des Myometriums gegenüber Oxytocin herabgesetzt sowie die Ausreifung der Milchdrüse gefördert (KOLB, 1989) und die Aktivität der Uterindrüsen gesteigert. Die Uterusschleimhaut wechselt von der Proliferations- in die Sekretionsphase (BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH, 1998).

2.1.2.4. Diöstrus

Während des Diöstrus treten keine Brunstsymptome auf (SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006), und der Eber wird abgewiesen (BOLLWAHN, 1992). Der Diöstrus umfasst die Zyklustage 7-17 (BOSTEDT, 1980; SCHNURRBUSCH et al., 1981; BOLLWAHN, 1992 (8-17); SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006 (6-17)) und lässt sich aus funktioneller Sicht in den Diöstrus I, als die Gelbkörperphase im engeren Sinne, und den Diöstrus II, die Phase der Gelbkörperregression, unterteilen. Im Diöstrus I wachsen die Cc. I. und sezernieren bis zum 10.-12. Zyklustag zunehmende Mengen an Progesteron (SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006). Das Maximum der Progesteronkonzentration im Blutplasma der Sauen wird am Zyklustag 13 erreicht (BOLLWAHN, 1992), da die Cc. I. zwischen den Zyklustagen 8 und 12 maximale Mengen synthetisieren (SCHNURRBUSCH, 2006). Liegt keine Gravidität vor, wird ab dem 13. Zyklustag durch das im Uterus gebildete Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (PG $F_{2\alpha}$), das über Uterusvene und Ovararterie direkt zum Ovar gelangt (WÄHNER und HOY, 2009), die Luteolyse induziert (KOLB, 1989; BOLLWAHN, 1992; DÖCKE, 1994; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 1998; BRÜSSOW, 2005; SCHNURRBUSCH, 2006). Im Diöstrus II sind durch die Luteolyse die Gelbkörper bis zum Zyklustag 15 oder 16 vollständig zur Regression gekommen und die Plasmaprogesteronkonzentration ist auf Basisniveau abgefallen, womit die Voraussetzungen für den Beginn eines neuen Zyklus gegeben sind (DÖCKE, 1994; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 1998 und 2006; BOSTEDT, 2009).

Die Vulva erscheint im Diöstrus blassrosa und klein (BOLLWAHN, 1992; WEITZE, 2000). Das innere Genitale ist vollständig erschlafft. Die Uterusschleimhaut erreicht das Maximum der Sekretionsphase und es kommt zur Rückbildung des Endometriums (BOLLWAHN, 1992).

Eine Gesamtübersicht zu den einzelnen Zyklusphasen ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Übersicht zum Sexualzyklus des Hausschweins

Zyklus-stadium	durchschnittl. Dauer (Bereich) [Tage]	Klinisch erfassbare Symptome	Funktions-körper an den Ovarien	Endokrinologie
Proöstrus	2/3 (1-6)	Hyperämie der Vulva; Unruhe; Aufspringversuche; verminderte Futter-aufnahme	Tertiärfollikel wachsen auf Größe von 8-10 mm an	Östrogen-Produktion durch Follikel
Östrus	2 (½-5)	Duldungsreflex; Brunstlaut; abnehmende Hyperämie der Vulva; feuchte, hellrote Vaginalschleimhaut; gelegentlich schleimiger Vaginalausfluss; Zervix rektal palpierbar	Graafsche Follikel wachsen zur endgültigen Größe; Ovulation; beginnende Luteinisierung der Follikel epithelzellen	Östrogen-spiegel sinkt; steigender Progesteron-Einfluss
Metöstrus	3 (1-5)	Brunstsymptome klingen ab; Vulva schlaff und gefältelt; Vaginalschleimhaut trocken und blassrosa	<i>Corpora haemorrhagica</i>	Progesteron
Diöstrus	10 (9-11)	Vulva blass und faltig; Vaginalschleimhaut trocken, blassrosa und matt	<i>Corpora lutea</i> , ab 10. Tag Luteolyse	Progesteron-Maximum am 8.-12. Tag dann Abfall der Progesteron-Konzentration auf Basisniveau

(zusammengestellt nach: GRAUVOGEL, 1958; SCHENK, 1967; SIGNORET, 1969, 1970 b, 1970 c, 1971 und 1972; KÖNIG et al., 1972; CLAUS, 1979; ANDERSON, 1980; BOSTEDT, 1980; SCHNURRBUSCH et al., 1981; KRIDER et al., 1982; ROWLANDS und WEIR, 1984; KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 a; BOLLWAHN, 1992; DÖCKE, 1994; SCHNURRBUSCH u. HÜHN, 1994 b; SOEDE et al., 1994 a, 1994 b, 1995 b und 1996 a; MBURU et al., 1995; LITTMANN et al., 1997 b; SOEDE und KEMP, 1997; SCHNURRBUSCH, 1998, 2006 und 2007; CORRÊA et al., 2002; KAEOKET et al., 2003; PLONAIT, 2004; BRÜSSOW, 2005; HEINZE, 2005; SCHNORR und KRESSIN, 2006; PEDERSEN, 2007; BOSTEDT, 2009)

2.1.3. Entwicklung der Follikel und Ovulation

Die Anlage der Follikel erfolgt bereits pränatal, wobei die Phase der mitotischen Teilung beim Schwein noch in den ersten Tagen *post partum* (*p. p.*) fortgesetzt wird (SCHNURRBUSCH, 2006). In den Ovarien bilden sich sehr viele Oogonien, die sich in Oozyten umwandeln, welche sich auf die Reifeteilung vorbereiten und dadurch nicht mehr teilungsfähig sind (KOLB, 1989). Kurz nach der Geburt sind beim Schwein ca. 100.000 bis 200.000 Oozyten vorhanden, die jeweils von flachen Follikelepithelzellen umgeben sind und als Primordialfollikel bezeichnet werden (SCHNURRBUSCH, 2006). Der größte Teil der „ruhenden“ Oozyten befindet sich während des gesamten Lebens der Sau in solchen Primordialfollikeln, die vorwiegend in der Rindenzone des Ovars liegen. Die Oozyten in den Primordialfollikeln sind noch unreif und in der Prophase der meiotischen Teilung arretiert (BRÜSSOW, 2005). Aus diesem ruhenden Follikelpool, der laut BRÜSSOW (2005) sogar 500.000 Primordialfollikel umfasst, rekrutieren sich die für das Wachstum und die Ovulation bestimmten Follikel. Die Entwicklung vom nur 35-100 µm großen Primordialfollikel zum frühen Antralfollikel (0,4-1,5 mm) dauert etwa 90 Tage, während derer die Follikel unter Einfluss der Gonadotropine FSH und LH durch Mehrschichtung der Granulosazellen wachsen (BRÜSSOW, 2005).

Bereits in den ersten Tagen nach der Ovulation des vorangehenden Zyklus wachsen beeinflusst durch den postovulatorischen FSH-Gipfel (RAYFORD et al., 1974), der nach Wegfall des vor der Ovulation in den Follikeln gebildeten Inhibins eintritt, eine größere Gruppe von annähernd 200 dieser Antralfollikel auf eine Größe von 1-3 mm heran (SCHNURRBUSCH et al., 1990; BRÜSSOW, 2005). In der nachfolgenden Gelbkörperphase kommt es zur Selektion der dominanten Follikel. Etwa 25-50 Follikel je Sau erreichen während des Diöstrus I eine Größe von 3-6 mm (SCHNURRBUSCH et al., 1990; BRÜSSOW, 2005). In den übrigen Follikeln dieser Kohorte (ca. 30-40 %) degeneriert die Oocyte (SCHNURRBUSCH et al., 1990).

Durch Vergrößerung der Granulosazellen im Follikelepithel entstehen zunächst die Primärfollikel (SCHNURRBUSCH, 2006), in denen die Oocyte nun mit einer Größe von 120-160 µm voll ausgewachsen ist (KOLB, 1989; BRÜSSOW, 2005). Durch Vermehrung der Follikelepithelzellen entwickeln sich Sekundärfollikel, bei denen die Oocyte von mehreren Schichten Follikelepithelzellen umgeben ist (BRÜSSOW, 2005; SCHNURRBUSCH, 2006). Im Stadium der Sekundärfollikel bildet sich die *Theca folliculi* als Teil der Follikelwand aus, die sich unterteilen lässt in die innen lie-

gende *Theca interna*, die aus Steroidsynthesisierenden Zellen und Fibrozyten besteht, und die äußere *Theca externa*, die v. a. aus Fibrozyten besteht, welche Kollagenfasern bilden, wodurch der Follikel gegenüber mechanischen Einflüssen, wie z. B. zeitweisem Druckanstieg in der Bauchhöhle, widerstandsfähig wird (KOLB, 1989; SCHNURRBUSCH, 2006). Die unmittelbar an die Oozyte angrenzende Zellschicht baut eine aus Glykoproteinen und Proteoglykanen bestehende Schutzhülle um die Eizelle auf, die *Zona pellucida* (KOLB, 1989; SCHNURRBUSCH, 2006). Diese etwa 20 µm dicke extrazelluläre Matrix dient dem Schutz der Eizelle und später dem sich entwickelnden jungen Embryo vor mechanischen Verletzungen (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Primär- und Sekundärfollikel sind nicht wesentlich größer als die Oozyte (SCHNURRBUSCH, 2006).

Beim Übergang der Primär- in die Sekundärfollikel bilden sich an den Granulosazellen FSH-Rezeptoren aus (KOLB, 1989). Während die ersten Stadien des Follikelwachstums vermutlich unabhängig von einer Stimulation durch Gonadotropine verläuft und eher intraovariell produzierte Wachstumsfaktoren eine Rolle spielen, wird die weitere Entwicklung der Sekundärfollikel nach Ausbildung der *Theca interna*, von FSH gefördert (DÖCKE, 1980 und 1994; HUNTER et al., 2004). FSH fördert bei hohem Progesteronspiegel das Follikelwachstum durch die Induktion von Mitosen der Granulosazellen, stimuliert die Synthese von Östrogenen aus den von der *Theca interna* unter LH-Einfluss produzierten Androgenen und induziert die Ausbildung von Östrogenrezeptoren (DÖCKE, 1980 und 1994; HUNTER et al., 2004; TÖNHARDT, 2007; THUN, 2009). So verstärken die Östrogene über eine autokrine Aktivität den stimulierenden Effekt von FSH auf den Syntheseprozess und die Granulosaproliferation und tragen somit zur weiteren Vermehrung von FSH-Rezeptoren bei (DÖCKE, 1980 und 1994; HUNTER et al., 2004). Unter dem zunehmenden Einfluss von FSH und Östradiol wird die Bindungskapazität der LH-Rezeptoren in der Follikelwand erhöht (DAGUET, 1979).

Ein Teil der Follikel entwickelt sich weiter zu Tertiärfollikeln, wobei es zwischen den Granulosazellen zur Ausbildung eines Hohlraumes kommt, der sich mit Follikelflüssigkeit füllt (KOLB, 1989; SCHNURRBUSCH, 2006). Um die Oozyte bauen die Granulosazellen den Eihügel (*Cumulus oophorus*) auf. Beim Schwein können sich zwei oder mehr Primärfollikel zu einem Sekundärfollikel verbinden, so dass die daraus hervorgehenden Tertiärfollikel zwei oder mehr Oozyten enthalten (KOLB, 1989). Der größte Teil der ausgebildeten Sekundär- und Tertiärfollikel bildet sich zurück und de-

generiert (Atresie) (SCHNURRBUSCH, 2006). Die Höhe der FSH- und LH-Sekretion bestimmt die Anzahl der zur Ausreifung kommenden Follikel (KOLB, 1989; BRÜSSOW, 2005). Von den makroskopisch sichtbaren Tertiärfollikeln kommen nur relativ wenige zur endgültigen Reifung und Ovulation, die Mehrzahl der 1-5 mm großen Tertiärfollikel atresiert ebenfalls (SCHNURRBUSCH, 2006).

Eine wichtige Rolle bei der Ausreifung der Tertiärfollikel spielen sowohl eine ausreichende Ausbildung von Rezeptoren für FSH und LH an den Granulosazellen und den Zellen der *Theca interna* als auch eine genügend große Bindung von FSH und LH sowie eine Förderung der Synthese von bestimmten Proteinen durch die Granulosazellen. Die Ursache für eine ungenügende Sekretion von FSH und LH liegt meistens in einer unzureichenden Abgabe von Luliberin. Hierbei spielen Mängel in Fütterung und Haltung eine Hauptrolle (KOLB, 1989).

Zu Beginn des Proöstrus ist die Selektion der dominanten Follikel, die auf eine Größe von 4 bis 9 mm herangewachsen sind (WABERSKI und WEITZE, 1998; SCHNURRBUSCH et al., 1990), abgeschlossen. Durch den Abfall der FSH-Konzentration im Blut während des Proöstrus wird das Anwachsen neuer Follikel bis zur Ovulation verhindert (SCHNURRBUSCH et al., 1990). Im Östrus nehmen die Follikel noch leicht an Größe zu und erreichen kurz vor der Ovulation einen Durchmesser von 6 bis 16 mm (ROWLANDS und WEIR, 1984; KOLB, 1989; SOEDE et al., 1992; WABERSKI und WEITZE, 1998; HUNTER et al., 2004; BRÜSSOW, 2005; SCHNURRBUSCH, 2006; BOSTEDT, 2009). Bei Jungsauen werden etwa 10-20 präovulatorische Follikel ausgebildet. Bis zum 3. Wurf erhöht sich die Anzahl auf ca. 15-25 (KRIDER et al., 1982; BOLLWAHN, 1992; KEMP und SOEDE, 1999; HUNTER et al., 2004; SCHNURRBUSCH, 2006).

Die Oozyten in den auch als Graafsche Follikel bezeichneten präovulatorischen Follikeln reifen unter LH-Einfluss bis zum Stadium der Metaphase II (BRÜSSOW, 2005). Kurz vor der Ovulation werden die Graafschen Follikel weich und nehmen eine ovale oder polygonale Form an (KAUFFOLD et al., 1997 b; KAUFFOLD und RICHTER, 1998; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007). Die Ovulation der vollständig ausgereiften Follikel wird durch eine kurzfristige, präovulatorische hypophysäre Freisetzung von LH induziert (DÖCKE, 1994; MEINECKE, 2007). Dabei kommt es durch eine deutliche Vergrößerung in den Pulsamplituden der episodischen Sekretionsgipfel von LH zur nur einige Stunden anhaltenden max. LH-Freisetzung (DÖCKE, 1994). Diese löst über eine Hyperämie, insbesondere im vaskulären System der *Theca interna*, die

Entstehung eines Follikelwandödems aus (PARR, 1975). Etwa 40-42 Stunden nach dem LH-Peak erfolgen beim Schwein die Ovulationen, indem die Graaf'schen Follikel auf der Ovaroberfläche kollabieren und aus einer eng begrenzten Wunde die Oozyten freigesetzt werden (DÖCKE, 1994; MEINECKE, 2007). Zum Zeitpunkt der Ovulation befindet sich die Oozyte noch in der Metaphase II der Reifeteilung und ist von den Granulosazellen des *Cumulus oophorus* umgeben, die in einer Matrix polymerer Hyaluronsäure eingebettet sind (HANCOCK, 1961; KOLB, 1989; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Die Kumuluszellen werden innerhalb von 2-6 Stunden *p. ov.* durch die Wirkung spezifischer Eileiterflüssigkeits- und Spermienproteine im Eileiter abgetrennt (KOLB, 1989; BRÜSSOW, 2001). Das bei der 1. Reifeteilung gebildete Polkörperchen hat einen diploiden Chromosomensatz. Es wird meist schnell aus der Eizelle abgegeben. Für die Auslösung der 2. Reifeteilung - mit Ausbildung des haploiden Chromosomensatzes der Eizelle und des 2. Polkörperchens - ist das Eindringen eines Spermiums in die Eizelle notwendig (KOLB, 1989). Die Ovulation erfolgt beim Schwein spontan, d. h. ohne Paarungsreiz (ROWLANDS und WEIR, 1984; BOLLWAHN, 1992), innerhalb der Periode der klinisch wahrnehmbaren Duldungsbereitschaft und zwar gegen Ende der eigentlichen Brunst (HUNTER, 1977; RÖVER, 1991; RÜSSE, 1991 a); wobei die Ovulation aber nach einem Deckakt etwa 4 h früher stattfindet als bei unbelegten Sauen (SIGNORET et al., 1972; RÜSSE, 1991 a). Auch die intrauterine Infusion von Seminalplasma zu Beginn des Östrus kann über lokale Mechanismen an der utero-tubalen Verbindung den Ovulationsbeginn um 8 bis 14 h beschleunigen (WABERSKI et al., 1995 und 1997; WABERSKI, 1997).

Der Ovulationszeitpunkt relativ zum Östrusbeginn ist beim Schwein sehr variabel. Laut Literaturangaben erfolgt die Ovulation in einem Bereich zwischen 10 und mehr als 96 Stunden nach Östrusbeginn (SIGNORET, 1972; KRIDER et al., 1982; RÜSSE, 1991 a; WEITZE et al., 1994; SOEDE et al., 1994 a, 1994 b und 1995 b; KEMP und SOEDE, 1999; KNOX et al., 1999; SCHNORR und KRESSIN, 2006; SCHNURRBUSCH, 2007; BOSTEDT, 2009). Der mittlere Ovulationszeitpunkt variiert zwischen Sauherden von 30 bis 41 Stunden nach Östrusbeginn (KRIDER et al., 1982; ROWLANDS und WEIR, 1984; SOEDE et al., 1994 a, 1994 b und 1995 b; KEMP und SOEDE, 1999; KAEOKET et al., 2003; SCHNURRBUSCH, 2007). Bei einer Untersuchung an 427 Sauen stellten WEITZE et al. (1994) mittels dreimal täglicher Brunstkontrolle (Sucheher plus Stützprobe) mit anschließender sonographischer

Ovardiagnostik fest, dass die meisten Sauen (82,4 %) zwischen 32 und 56 h nach Östrusbeginn ovulierten, während nur bei 10 % der Tiere die Ovulation später und bei 7,6 % früher erfolgte. Lediglich eine Sau ovulierte bereits vor 24 h und nur zwei Tiere später als 96 h nach Duldungsbeginn. Die Ovulation erfolgt aber m. o. w. konstant relativ zur Zeit der Östrusperiode, unabhängig von der Östrusdauer (SOEDE et al., 1994 b; SCHNURRBUSCH, 2007). Im Allgemeinen wird der Zeitpunkt der Ovulation auf den Beginn des letzten Östrus-Drittels terminiert (KOLB, 1989; BOLLWAHN, 1992; SOEDE et al., 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; WEITZE et al., 1994; SOEDE et al., 1996 a; STEVERINK et al., 1997; WABERSKI und WEITZE, 1998; LIU et al., 2000; WEITZE, 2000; KNOX und ZAS, 2001; PEDERSEN, 2007; SCHNURRBUSCH, 2007; BOSTEDT, 2009). Nur einzelne Sauen ovulieren vor Ablauf der ersten Hälfte der Östrusdauer (WEITZE et al., 1994). Die Arbeitsgruppe um Soede ermittelte bei 16 multiparen Sauen mit standardisierter Wurfgröße und Säugezeit mittels engmaschiger Brunstkontrolle (BK) und sonographischer Ovulationskontrolle den Ovulationszeitpunkt nach 72 ± 8 % der Östrusdauer mit einer Spannbreite von 54 bis 86 % sowie bei einer größeren Anzahl multiparer Sauen nach 72 ± 15 % (39-113 %) der Östrusdauer (SOEDE et al., 1994 a, 1994 b und 1996 a).

Der Zeitpunkt zwischen Östradiol- sowie LH-Peak und der Progesteronanstieg stehen in enger Beziehung zum Ovulationszeitpunkt, aber nicht zum Östrusbeginn. Relativ konstant 30 bis 40 Stunden nach dem LH-Peak erfolgt die Ovulation (FOXCROFT und VAN DE WEIL, 1982; SOEDE et al., 1994 b).

Die Ovulationsdauer, d. h. die Zeitspanne vom Freisetzen der ersten Oozyte bis zur Ovulation des letzten Graafschens Follikels einer Sau variiert zwischen einer und acht Stunden (SIGNORET, 1972; ELSAESSER, 1982; RÖVER, 1991; RÜSSE, 1991 a; BOLLWAHN, 1992; SOEDE et al., 1992 und 1997 a; SCHNURRBUSCH, 1998; WABERSKI und WEITZE, 1998; KEMP und SOEDE, 1999; SCHNORR und KRESSIN, 2006; MEINECKE, 2007; BOSTEDT, 2009). SOEDE et al. (1992) beschreiben große Unterschiede in der Ovulationsdauer sowohl zwischen einzelnen Sauen als auch zwischen Sauengruppen, wobei aber die Ovulationsdauer weder von der maximalen Follikelzahl oder Gelbkörper-Anzahl je Sau bzw. Ovar beeinflusst wurde, noch selbst Einfluss auf die Diversität der Embryonen hatte.

Im Allgemeinen verlaufen die Ovulationen bei multiparen Sauen etwas langsamer als bei Jungsau (BOSTEDT, 2009). Die Ovulationsdauer wird durch den Deckakt ver-

kürzt. SIGNORET et al. (1972) konnten nachweisen, dass die mittlere Ovulationsdauer bei 95 Jungsauen im 2. Zyklus nach zweimaliger Paarung mit einem fertilen Eber 2,8 Stunden kürzer war als bei 74 unbelegten Jungsauen. Ähnliche Ergebnisse erzielt auch das Einbringen von Seminalplasma in den Uterus zu Beginn des Östrus (WEITZE et al., 1989).

SOEDE et al. (1992) ermittelten mit Hilfe transrektaler Sonographie in 30-Minuten-Intervallen bei 13 spontan ovulierenden Sauen mit Insemination an jedem Östrustag eine mittlere Ovulationsdauer von $1,8 \pm 0,6$ Stunden (Bereich: 0,75-3,25 h) und bei 8 Sauen nach Brunststimulation und Ovulationsinduktion ohne Insemination eine mittlere Ovulationsdauer von $4,6 \pm 1,7$ h (2-7 h). Bei dieser Untersuchung konnte aber nicht abschließend geklärt werden, wieweit die signifikant (sig.) längere Ovulationsdauer bei der zweiten Sauengruppe auf die Ovulationsinduktion oder die fehlende Insemination zurückzuführen war. Außerdem wurden diese Sauen zur Fixierung während der Untersuchung angebunden, während die Sauen der ersten Gruppe in Kastenständen fixiert wurden, so dass die Stressantwort auf das Anbinden als Einfluss auf die Ovulationsdauer nicht ausgeschlossen werden konnte.

Für das Schwein als multipares Tier ist eine bestimmte Zeit zum Ovulationsverlauf physiologisch und die daraus resultierenden Entwicklungsunterschiede der Keime werden toleriert. Wird diese physiologische Zeitdauer aber, bedingt durch äußere oder innere Störfaktoren, überschritten, dann resultiert daraus eine erhöhte Zahl an retardierten Embryonen (RICHTER und ELZE, 1986; ELZE et al., 1987). Ein günstiger Ovulationsverlauf liegt nach der Einschätzung von ELZE et al. (1987) vor, wenn die Zygoten in ihrer Entwicklung nicht mehr als zwei Teilungsschritte auseinander liegen; die Ovulationsdauer beträgt dann max. 8 Stunden. Liegen größere Entwicklungsdifferenzen vor, so ist die Ovulationsdauer zu lang. Sie beträgt dann nach den Berechnungen von ELZE et al. (1987) 20-24 Stunden.

2.1.4. Konzeption und Gravidität

Als Konzeption oder Befruchtung wird die Vereinigung des väterlichen und mütterlichen Erbmaterials (SCHNORR und KRESSIN, 2006) durch die Verschmelzung der beiden haploiden Vorkerne der männlichen und weiblichen Keimzelle zur diploiden Zygote bezeichnet (SINOWATZ, 1991; HOFFMANN, 1994; WÄHNER und HOY, 2009). Der Befruchtungsvorgang schließt die 2. Reifeteilung der Oozyte ein und endet mit der ersten mitotischen Zellteilung der Zygote (SCHNURRBUSCH, 2002).

Dieser komplizierte Vorgang dauert beim Schwein etwa 14-20 Stunden (SCHNURRBUSCH, 2002 und 2006). Die Gravidität markiert den daran anschließenden Zeitraum von der Konzeption bis zur Geburt (HOFFMANN, 1994; WÄHNER und HOY, 2009).

Der eigentlichen Befruchtung geht das als Imprägnation bezeichnete Eindringen der Spermien in die Oozyte voraus. Dieser Vorgang wird als Besamung bezeichnet (SINOWATZ, 1991; SCHNORR und KRESSIN, 2006).

Die Befruchtung der Oozyten findet kurz nach den Ovulationen am Ende des Östrus statt (SCHNURRBUSCH, 2002). Sie erfolgt im Eileiter (AUMÜLLER, 2000; BRÜSSOW, 2005), der wichtige Funktionen sowohl für den Transport, die Aufbewahrung und Kapazitation der Spermien, als auch für die Aufnahme der Oozyten sowie deren Transport und Reifung und für die Befruchtung und frühe Embryonalentwicklung übernimmt (BRÜSSOW, 2001 und 2005). Hierfür besitzt der Eileiter die einzigartige Fähigkeit, Spermatozoen und Oozyten nahezu gleichzeitig in entgegengesetzte Richtungen zu transportieren (HAFEZ, 1980).

Der Eileiter ist paarig angelegt und lässt sich in drei Segmente unterteilen. Das Infundibulum nimmt als das dem Ovar zugewandte Ende des Eileiters die Oozyten direkt nach der Ovulation auf. An das Infundibulum schließt sich kolbenartig die Ampulle an, die in den langen Isthmus übergeht, welcher in das ipsilaterale Uterushorn mündet (BRÜSSOW, 2001 und 2005). In der *Ampulla tubae* bzw. am Übergang von der Ampulle zum Isthmus (Ampulle-Isthmus-Verbindung) finden die Befruchtungen statt (HUNTER, 1986; KOLB, 1989; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH, 2002; BRÜSSOW, 2005; SCHNORR und KRESSIN, 2006; SCHNURRBUSCH, 2006).

Bei der Künstlichen Besamung werden ca. 2-3 Mrd. Spermien am Ende der Zervix, fast im Uterus deponiert (KEMP und SOEDE, 1999; TAYLOR et al., 2008 b). Beim Natursprung sind es etwa 25-100 Mrd. (HUNTER, 1982; KEMP und SOEDE, 1999; TAYLOR et al., 2008 b), die transzervikal infolge der Saugkraft des Uterus und der Fixierung des Penis in der Zervix intrauterin deponiert werden (EINARSSON, 1980; HAFEZ, 1980; HUNTER, 1982 und 1986; SINOWATZ, 1991; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; TÖPFER-PETERSEN, 2007). Von dieser ursprünglichen Spermienpopulation erreichen nur etwa 100 bis 10.000 den Ort der Befruchtung (PURSEL et al., 1978; HOFFMANN, 1994; BRÜSSOW, 2005). Durch diese Reduktion der Spermien wird u. a. verhindert, dass mehrere Spermien in eine Eizelle ein-

dringen (Polyspermie) (BRÜSSOW, 2005). Andererseits muss aber, als Voraussetzung für eine erfolgreiche Befruchtung, sichergestellt sein, dass eine angemessene Population befruchtungskompetenter Spermatozoen die Eizellen zum richtigen Zeitpunkt am Ort der Befruchtung erreicht (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001).

Der Uterus stellt eine feindliche Umgebung für die Spermatozoen dar. Ihre Motilität nimmt im Uterus sehr schnell *post inseminationem* (*p. insemin.*) ab und durch Spermarückfluss und Phagozytose von Spermien kommt es innerhalb weniger Stunden nach der Insemination zur Reduktion der Spermatozoen-Population im Uterus auf weniger als 1 % der inseminierten Spermien (BAKER et al., 1968; LOVELL und GETTY, 1968; PURSEL et al., 1978; VIRING und EINARSSON, 1981; MATTHIJS et al., 2003). BAKER und DEGEN (1972) beobachteten nach der vaginalen Insemination von acht anästhesierten Jungsauen zur Untersuchung des Spermientransportes im weiblichen Genitale innerhalb von 15 min *p. insemin.* bei einer Sau einen Rückfluss von 50 % (20 ml) des inseminierten Volumens. Diese Sau fiel auch generell durch einen schlechten Spermientransport auf. Bei den übrigen Sauen betrug der Rückfluss innerhalb der Beobachtungszeit weniger als 50 % des Inseminationsvolumens. Nach Untersuchungen von VIRING und EINARSSON (1981) und STEVERINK et al. (1998) fließen innerhalb von 2,5 Stunden *p. insemin.* etwa $\frac{2}{3}$ des gesamten Volumens und $\frac{1}{3}$ der inseminierten Spermatozoen durch die Vulva zurück. MATTHIJS et al. (2003) ermittelten bei einer Beobachtungszeit von 4 h *p. insemin.* einen Verlust von etwa 40 % der inseminierten Spermien, wobei das Volumen des aufgefangenen Rückflusses in etwa dem Inseminationsvolumen entsprach. WILLENBURG et al., (2003) beobachteten bei Jungsauen nach medikamenteller Östrusinduktion und Ovulationssynchronisation, die ohne die Anwesenheit eines Ebers besamt wurden, bereits während der Insemination einen Rückfluss von 40,5 % (32,4 ml) des Inseminationsvolumens. Erfolgte die Besamung unter Eberanwesenheit betrug der Spermarückfluss während der Insemination nur 23,3 %. Nach einer Beobachtungszeit von 45 min betrug der aufgefangene Spermarückfluss sowohl bei den mit als auch bei den ohne Eberanwesenheit besamten Tieren 66 % und nach einer Gesamtbeobachtungszeit von 8 h *p. insemin.* 80 % des Inseminationsvolumens.

Nach Untersuchungen von TAYLOR et al. (2008 a) binden etwa 50 % der inseminierten vitalen Spermien innerhalb der ersten Stunde *p. insemin.* an den Uterusepithelzellen. Unklar ist aber noch, ob diese selektive Bindung die vitalen Spermien vor dem

Rückfluss bewahrt und ein dem Ovidukt vorgeschaltetes Spermienreservoir anlegt, oder ob die Bindung der Spermien-Selektion dient (TAYLOR et al., 2008 b).

Der Transport der Spermien durch das weibliche Genital erfolgt in erster Linie passiv durch Kontraktionen der Wandmuskulatur von Uterus und Ovidukt, die durch Oxytocin der Neurophyse und Prostaglandine des Ejakulates hervorgerufen werden (EINARSSON, 1980; SINOWATZ, 1991; SCHNORR und KRESSIN, 2006). Dabei werden sowohl tote als auch lebende Spermien durch die Uterushörner zur uterutublen Verbindung transportiert, wobei aber der Transport toter Spermien im Gegensatz zu dem lebender von BAKER und DEGEN (1972) sowie auch von VIRING (1980) als weniger effizient beschrieben wird.

Bei Tieren mit induzierter Ovulation, wie beispielsweise dem Kaninchen, erfolgt der Spermatransport durch den weiblichen Genitaltrakt zum Ort der Befruchtung sehr schnell, innerhalb weniger Minuten, da bei diesen Spezies nur eine kurze Zeitspanne zwischen Koitus und Ovulation vergeht (OVERSTREET und COOPER, 1978). Dieser schnelle Transport unterscheidet sich stark von dem Spermientransport bei Tierarten mit spontaner Ovulation, wie dem Schwein, bei denen zwischen Bedeckung und Ovulation 26-30 h liegen können (HUNTER, 1986). Beim Schwein erfolgt der Spermientransport in drei Etappen: einem initialen schnellen, überwiegend passiven Transport durch die Uterushörner, der überwiegend aktiven Besiedlung des Spermienreservoirs im Eileiter und der langsamen Freisetzung der Spermien aus dem Reservoir mit überwiegend aktivem Transport zur Ampulle-Isthmus-Verbindung zum Zeitpunkt der Ovulation (BLANDAU und GADDUM-ROSSE, 1974; EINARSSON, 1980; HAFEZ, 1980; HUNTER, 1981; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; BRÜSSOW, 2005). Der schnelle, initiale Transport der Spermien durch den Uterus zu den Eileitern erfolgt v. a. durch die mit der Brunst einhergehenden, hormonal durch Östrogene und Oxytocin gesteuerten kontraktile Aktivitäten von Myometrium und Mesosalpinx (HAFEZ, 1980; HOFFMANN, 1994; KEMP und SOEDE, 1999; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; LANGENDIJK et al., 2005; TÖPFER-PETERSEN, 2007). Die im Östrus auftretenden kräftigen, langanhaltenden Kontraktionswellen des Myometriums pflanzen sich mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 cm/sec vom zervikalen Uterusabschnitt in Richtung auf die Tuben fort und fördern auf diese Weise den Transport der Spermien durch den Uterus (ZEROBIN, 1968). Die Effektivität dieses Transportes hängt von der neurohormonalen Vermittlung stimulativer Einflüsse des Kopulations- bzw. Inseminationsvorganges ab. Dabei kön-

nen auch Inhaltsstoffe des Seminalplasmas, wie z. B. Prostaglandine, durch Anregung der Myometriumkontraktion den passiven Spermientransport unterstützen (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Eine Reduktion der uterinen Aktivität während der Transportphase durch den Uterus reduziert die Spermienqualität sowie die Fähigkeit der Spermien, das Ovidukt zu erreichen und dort die Oozyten zu befruchten (LANGENDIJK et al., 2005).

Einige Spermien erreichen den Ort der Befruchtung bereits innerhalb von 2-15 Minuten (BAKER und DEGEN, 1972; EINARSSON et al., 1975; HUNTER, 1986; SINOWATZ, 1991; HOFFMANN, 1994). Ihre Beteiligung an der Befruchtung ist allerdings zweifelhaft (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001), da bei diesem schnellen Transport, hervorgerufen durch die ersten Kontraktionswellen, im wesentlichen nur immotile und anderweitig geschädigte Spermatozoen den Eileiter erreichen, die für die Befruchtung nicht in Frage kommen (TÖPFER-PETERSEN, 2007). Um befruchtungsfähig zu werden, müssen die Spermien im weiblichen Genitaltrakt erst die Kapazitation durchlaufen; einen Reifungsprozess, der beim Schwein bis zu fünf Stunden dauern kann (KEMP und SOEDE, 1999; SCHNORR und KRESSIN, 2006).

Wie bei allen landwirtschaftlichen Nutztieren rufen auch beim Schwein die während des Östrus herrschenden hohen Östrogen-Konzentrationen das sog. tube locking hervor, das einen weitgehenden Verschluss der utero-tubalen Verbindung bewirkt (DÖCKE, 1994). Die infolge der Östrogeneinwirkung ödematisierte Schleimhaut auf der uterinen Seite der utero-tubalen Verbindung liegt in longitudinalen Falten und bildet somit eine Art mechanische Grenze, die weitgehend den Eintritt von Uterinflüssigkeit und Seminalplasma in die Tuben verhindert sowie die Zahl der in den Eileiteristhmus übertretenden Spermatozoen stark limitiert (HUNTER, 1977; FLÉCHON und HUNTER, 1981; HUNTER, 1982; HUNTER et al., 1987; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001), da das enge, mit viskösem Mukus gefüllte Lumen für viele Spermatozoen ein unüberwindbares Hindernis darstellt (TÖPFER-PETERSEN, 2007). Die utero-tubale Verbindung stellt somit eine anatomische und physiologische Spermienbarriere dar, die aktiv von den Spermien überwunden werden muss und daher neben der Reduktion der Spermienanzahl auch eine selektive Funktion auf die den Isthmus erreichende Spermienpopulation hat (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Gleichzeitig führt diese mechanische Barriere zur Bildung eines ersten Spermienreservoirs (HUNTER, 1977; DÖCKE, 1994; LANGENDIJK et al., 2005).

Spermien, die die utero-tubale Verbindung überwinden, erreichen das Ovidukt innerhalb von 15-30 Minuten *p. insem.* und bilden in den uterusnahen, also kaudalen 1-2 cm des Eileiteristhmus ein zweites, das sog. funktionale oder präovulatorische Spermienreservoir (HUNTER et al., 1987; KEMP und SOEDE, 1997; BRÜSSOW, 2001; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; BRÜSSOW, 2005; LANGENDIJK et al., 2005), indem sie am Epithel anheften und vom Schleim-Pfropf und den starken Schleimhautfalten des Endosalpinx eingefangen werden (KEMP und SOEDE, 1997; TÖPFER-PETERSEN, 2007). Während des präovulatorischen Östrus ist unter Östrogeneinfluss die Mukosa im Bereich des Reservoirs ödematisiert und die Myosalpinx hoch tonisch, so dass das Isthmuslumen stark verengt ist (MBURU et al., 1996 und 1997; BRÜSSOW, 2001; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; BRÜSSOW, 2005). Außerdem bilden die Mukosazellen ein visköses Sekret und binden selektiv Spermien (RAYCHOUDHURY und SUAREZ, 1991; SUAREZ et al., 1991; MBURU et al., 1996 und 1997; BRÜSSOW, 2001; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; BRÜSSOW, 2005). Die Temperatur in diesem Eileiterabschnitt ist präovulatorisch um 0,7-1 °C erniedrigt (HUNTER und NICHOL, 1986; BRÜSSOW, 2005) und er weist ein spezifisches lokales enzymatisches und ionisches Milieu auf (BRÜSSOW, 2001). Durch das Zusammenspiel dieser Mechanismen werden die Spermien im Reservoir festgehalten, ihre Beweglichkeit reduziert und die Ausreifung bzw. Kapazitation verzögert (BRÜSSOW, 2001 und 2005), wobei die Adhäsion der Spermatozoen an das Eileiterepithel die wichtigste Rolle bei der Etablierung dieses Spermienreservoirs spielt (WABERSKI, 2005; TÖPFER-PETERSEN, 2007). *In vitro* konnte nachgewiesen werden, dass Spermien innerhalb weniger Minuten nach der Inkubation mit zilienträgenden Oviduktzellen an diese binden. Durch Zugabe von Östradiol zum Medium konnte die Bindung verbessert werden. Nach 24 h wurde die Bindung der Spermien an den Epithelzellen signifikant reduziert, aber von den Spermien, die weiterhin am Epithel anhefteten, behielten 70 % ihre Motilität für über 44 h, während die ungebundenen Spermatozoen keine Motilität zeigten (RAYCHOUDHURY und SUAREZ, 1991; SUAREZ et al., 1991). Die Bindung der Spermien an die Epithelzellen des Isthmus stabilisiert die Zellmembran und verhindert somit die Akrosomenreaktion schon im präovulatorischen Zeitraum (MBURU et al., 1997). Dadurch können lebensfähige Spermien für mehr als 36 h im Reservoir festgehalten werden, während ihre Motilität vermindert oder völlig gehemmt wird und durch Stabilisierung der Zellmembran die akrosomale Membran intakt bleibt

(FLÉCHON und HUNTER, 1981; HUNTER et al., 1987; HUNTER, 1990). Die Spermien behalten in dem Reservoir ca. 24 Stunden ihre Struktur und Befruchtungsfähigkeit (MC LAREN, 1980; KOLB, 1989; SINOWATZ, 1991; BOLLWAHN, 1992; SOEDE et al., 1995 a; BRÜSSOW, 2001; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; BRÜSSOW, 2005; SCHNORR und KRESSIN, 2006); in Ausnahmefällen auch bis zu 72 Stunden (MC LAREN, 1980; SINOWATZ, 1991). Auf diese Weise etabliert sich über einen Zeitraum von mehreren Stunden eine befruchtungskompetente Spermienpopulation in den Tuben (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001).

Spermienreservoir im weiblichen Genitaltrakt sind bei Säugetieren mit mehrtägiger Östrusdauer, wie dem Schwein, erforderlich, damit nach früh im Östrus erfolgten Paarungen die Spermien bis zur Freisetzung der Oozyten ihre Befruchtungsfähigkeit bewahren können (HUNTER et al., 1987; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001).

Der Eileiteristhmus wird als funktionelles Spermienreservoir bezeichnet, da seine Aufgaben neben der Speicherung von Spermien auch in der Selektion einer intakten Spermienpopulation, dem Erhalt der Vitalität der gelagerten Spermien, der Modulation von Kapazitation und Hyperaktivierung und der Begrenzung der Spermienzahl am Ort der Befruchtung bestehen (HUNTER und LEGLISE, 1971; HUNTER et al., 1987; SUAREZ, 1998; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; WABERSKI, 2005; TÖPFER-PETERSEN, 2007). Er dient somit der Bereitstellung einer fertilen Spermienpopulation und der Abstimmung des Spermientransportes und der Kapazitation mit der Ovulation, um sicher zu stellen, dass zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort männliche und weibliche befruchtungsfähige Gameten aufeinander treffen (TÖPFER-PETERSEN, 2007). Die Anzahl der befruchtungskompetenten Spermien in diesem Spermienreservoir steht dabei in direkter Beziehung zum Befruchtungserfolg (WABERSKI, 2005).

Als Kapazitation wird der Reifungsprozess der Spermatozoen im weiblichen Genitaltrakt bezeichnet (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001), der auf der Entfernung eines Dekapazitationsfaktors aus dem Seminalplasma (SCHNORR und KRESSIN, 2006) sowie dem Verlust von Proteinen, die um die akrosomale Region des Spermatozoons eine Schicht bilden und so eine unzeitgemäße Akrosomenreaktion verhindern, beruht (HINRICHSSEN-KOHANE et al., 1984; TÖPFER-PETERSEN et al., 1998). Obwohl ejakulierte Spermien prinzipiell befruchtungsfähig sind, müssen sie erst diese Aktivierungsphase durchlaufen, um die Eizelle befruchten zu können

(AUSTIN, 1952; HINRICHSSEN-KOHANE et al., 1984; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; SCHNORR und KRESSIN, 2006). Nur kapazitierte Spermatozoen sind zur hyperaktiven Bewegung befähigt sowie in der Lage, die Akrosomenreaktion durchzuführen, mit Hilfe der freigesetzten Enzyme die *Zona pellucida* der Eizelle zu penetrieren und schließlich mit der Eizelle zu fusionieren (TÖPFER-PETERSEN et al., 1998; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; TÖPFER-PETERSEN, 2007). Die Kapazitation führt zur Destabilisierung der periakrosomalen Plasmamembran, zum Influx von Kalzium- und anderen Ionen, zur Umorganisation der Membran mit der Bildung proteinarmer Mikrodomänen, über die vermutlich bei der späteren Akrosomreaktion die Punktfusionen mit der darunter liegenden äußeren akrosomalen Membran ablaufen (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001), sowie weiteren biochemischen Prozessen (TÖPFER-PETERSEN et al., 1998). Mit der Aktivierung und Freisetzung der akrosomalen Enzyme kommt es zur eigentlichen Akrosomenreaktion (SCHNORR und KRESSIN, 2006). Parallel zu den Veränderungen der akrosomalen Region verändert sich auch das Bewegungsmuster kapazitierter Spermien. Die sog. „Hyperaktivierung“ führt zur Ablösung der Spermatozoen vom engen Epithelkontakt des Spermienreservoirs (KEMP und SOEDE, 1997; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Die Lebensdauer kapazitierter Spermien ist durch die Destabilisierung der Zellmembran und Erschöpfung des Metabolismus erheblich verkürzt. Daher beruht die Verlängerung der Lebensdauer einer Spermienpopulation im Ovidukt im Wesentlichen auf der Unterdrückung der kapazitiven Vorgänge (TÖPFER-PETERSEN, 2007).

Die Dauer der Kapazitation hängt vom Intervall zwischen Insemination und Ovulation ab und kann 4-6 Stunden betragen (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; SCHNURRBUSCH, 2006). Da kapazitierte Spermien kurzlebig sind, müssen der nachfolgende Transport zur Ampulle und die Befruchtungssequenz unmittelbar nach der Kapazitation erfolgen (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001).

Die kurze Zeitspanne der Befruchtungsfähigkeit ovulierter Eizellen erfordert eine auf die Ovulation zeitlich fein abgestimmte Freisetzung kapazitierter Spermatozoen und einen Aufstieg zur Eileiterampulle, dem Ort der Befruchtung (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; BRÜSSOW, 2005). Der zeitliche Ablauf der Kapazitation und die Loslösung der Spermatozoen aus dem Reservoir unterliegen offensichtlich der endokrinen Kontrolle von Follikelhormonen (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Gleichzeitig wird aber auch der Ovulationszeitpunkt der Sau durch das Semi-

nalplasma beeinflusst (WABERSKI, 2005 und 2007). Über lokale Mechanismen am Epithel der utero-tubalen Verbindung beschleunigt Seminalplasma die Ovulation um 8 bis 12 h (WABERSKI et al., 1997). Die Ovulation löst vermutlich über den LH-Anstieg sowie die Veränderung ovarieller Hormone, die durch lokalen Gegenstromtransport zwischen der Ovarvene und dem Eileiterast der Ovararterie direkt zum Eileiter gelangen (HUNTER, 1990), Signale aus, die das Isthmuslumen öffnen, den Mukus auflösen und die Kapazitation und Akrosomenreaktion der Spermien fördern (BRÜSSOW, 2005). Erhöhte Konzentrationen von Steroiden und Prostaglandinen aus den Follikeln steuern den Öffnungsgrad und die kontraktile Aktivität des reich innervierten Isthmus. Vermutlich sind Follikelflüssigkeit und Kumuluszellen, die mit der Ovulation in den Eileiter gelangen, ebenfalls an der Signalgebung zur Freisetzung der Spermatozoen aus dem Reservoir beteiligt (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Mit abnehmender Östrogen- und steigender Progesteronkonzentration kommt es peri- und postovulatorisch zur Weitung des Eileiterlumens (HUNTER, 1991; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001) und verstärkter Kontraktionsbereitschaft der Myosalpinx (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Die Endosalpinx-Falten sind viel geringer ausgeprägt als präovulatorisch und der Schleim ist weniger viskös (FLÉCHON und HUNTER, 1981; MBURU et al., 1996). Mit der Ovulation verschwindet auch der Temperaturgradient innerhalb des Eileiters (HUNTER und NICHOL, 1986). Diese Mechanismen bewirken zum Ovulationszeitpunkt eine m. o. w. gleichzeitige Freisetzung aller im Spermienreservoir vorhandenen Spermien (HUNTER, 1990; KEMP und SOEDE, 1997 und 1999), wodurch sich die Anzahl der Spermatozoen im unteren Ovidukt reduziert, während die Anzahl der Spermatozoen im oberen Teil des Oviduktes um die Ovulation herum ansteigt (MBURU et al., 1996). Auch die Krypten und Falten der utero-tubalen Verbindung, die während der präovulatorischen Phase eng geschlossen sind, öffnen sich während der peri- und postovulatorischen Phase (MBURU et al., 1997). Unterstützt von gerichteten Eileiterkontraktionen werden hyperaktive Spermien aus dem Reservoir freigesetzt und zur Ampulle-Isthmus-Verbindung transportiert, wo die Befruchtung stattfindet (BRÜSSOW, 2005).

Der Spermientransport durch den Isthmus erfolgt beim Schwein sowohl durch die Zilienbewegung als auch durch antiperistaltische Kontraktionswellen, welche luminal Flüssigkeit in die Ampulle befördern. Der Isthmus des Schweineeileiters besitzt eine dicke, derbe innere zirkuläre Muskelschicht und eine dünne äußere Schicht mit

longitudinalen Muskelzellen (BLANDAU und GADDUM-ROSSE, 1974), die gemeinsam die Myosalpinx bilden (BRÜSSOW, 2001). Im Östrus treten in allen Eileitersegmenten regelmäßige starke Kontraktionswellen auf, deren Muster sich aber während des Östrus ändert. RODRIGUEZ-MARTINEZ et al. (1982) haben am 1. Zyklustag überwiegend antiperistaltische, den Spermientransport begünstigende, Kontraktionswellen festgestellt, während sie am 2. Zyklustag eine gleiche Anzahl an peristaltischen und antiperistaltischen Wellen gemessen haben, was sie mit dem Transport der weiblichen und männlichen Gameten in gegensätzliche Richtungen zum Ort der Befruchtung in Verbindung brachten. Am 3. Zyklustag wurde keine peristaltische Aktivität der Myosalpinx beobachtet, wohingegen am 4. Zyklustag, wenn die Embryonen den Uterus erreicht hatten, im Bereich der Ampulla-Isthmus-Verbindung und z. T. auch im Isthmus starke, meist peristaltisch gerichtete Kontraktionswellen auftraten, die eine aktive Rolle der Myosalpinx des unteren Eileiters beim Abstieg der Embryonen vermuten lassen. DÖCKE (1994) beschreibt einen generell hemmenden Effekt von Gestagenen, vermutet aber, dass Progesteron vor dem Erreichen hoher Plasmakonzentrationen eine Richtungsumkehr der Kontraktionswellen bewirkt. Er schließt daraus, dass unter Östrogeneinwirkung die Kontraktionswellen der Myosalpinx vorwiegend in Richtung Ovar und unter Gestageneinfluss in Richtung Uterus ablaufen, wodurch sowohl Spermien-, als auch Zygotentransport unterstützt werden. Das Isthmus-Lumen ist eng. Durch die kontraktile Aktivität des Isthmus wird Flüssigkeit aufwärts in Richtung der Ovarien transportiert. Die Transportrate variiert; die mittlere Transportzeit vom Spermienreservoir zur Ampulla-Isthmus-Verbindung beträgt *in vitro* 5-10 sec (BLANDAU und GADDUM-ROSSE, 1974). Die kapazitierten Spermatozoen treffen am Übergang von Isthmus und Ampulle auf die ovulierten Eizellen (TÖPFER-PETERSEN, 2007).

Nach der Ovulation nimmt das Infundibulum die freigesetzten Oozyten mit den sie umgebenden Kumuluszellen auf (DÖCKE, 1994), indem sich die Fimbrien des Infundibulums erheben und über die Ovaroberfläche bewegen, wodurch sie die Oozyten zur Eileiteröffnung leiten, wo diese dann vom Sog des durch Kinozilien erzeugten Flüssigkeitsstroms erfasst werden (SCHNORR und KRESSIN, 2006).

Der Weitertransport der Oozyten in die *Ampulla tubae* (DÖCKE, 1994; BRÜSSOW, 2005) erfolgt neben dem Zilienschlag der präovulatorisch unter Östrogeneinwirkung ausgebildeten Kinozilien der Eileiterepithelzellen (HUNTER, 1986; DÖCKE, 1994) durch peristaltische Bewegungen der Myosalpinx (HUNTER, 1986; SCHNORR und

KRESSIN, 2006), welche auch für den Weitertransport der Oozyte bzw. Morula durch den gesamten Eileiter verantwortlich sind (SCHNORR und KRESSIN, 2006).

Der Transport der Eizellen durch den gesamten Eileiter dauert 36-96 Stunden, wobei der obere Teil der Tuben schnell passiert wird (OXENREIDER und DAY, 1965; BOLLWAHN, 1992; SCHNORR und KRESSIN, 2006). Die Oozyten gelangen durch ziliare und myosalpingeale Aktivität innerhalb von 15 bis 60 Minuten *p. ov.* zum Ort der Befruchtung und verbleiben dort für mehrere Stunden (HUNTER, 1986; KEMP und SOEDE, 1999). Dieser Transport der Eizellen durch die Ampulle ist gegen den Strom der Eileiterflüssigkeit gerichtet und v. a. auf segmentale Wellen peristaltischer Kontraktionen der Myosalpinx zurückzuführen (HUNTER, 1977; BRÜSSOW, 2001 und 2005).

Die Befruchtungsfähigkeit der Oozyten nach der Ovulation ist relativ kurz. Sie wird in der Literatur unterschiedlich mit einem Zeitraum von 4-24 Stunden angegeben (HUNTER, 1977; MC LAREN, 1980; KRIDER et al., 1982; HUNTER, 1986; KOLB, 1989; SINOWATZ, 1991; BOLLWAHN, 1992; WABERSKI und WEITZE, 1998; SCHNORR und KRESSIN, 2006; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007). Nach HUNTER (1986) entsteht ein überlebensfähiger Embryo nur, wenn die Penetration innerhalb von 6 bis 8 Stunden *p. ov.* erfolgt. Eizellen, die später penetriert werden, können zwar u. U. auch noch normal befruchtet werden, sterben aber oft noch in der Embryonalphase ab. Bis zu einem postovulatorischen Alter der Oozyten von 8 Stunden bei der Penetration beträgt der Anteil normal befruchteter Embryonen über 90 %, ab 12 h nach der Ovulation nimmt der Anteil an Polyspermie stark zu und wenn die Penetration erst 16 h nach der Ovulation erfolgt, liegt der Anteil normal befruchteter Zygoten nur noch bei 50 %, während der Polyspermie-Anteil bei 15,4 % liegt (HUNTER, 1984 und 1991). KRIDER et al. (1982) geben an, dass Eizellen, die innerhalb von 12 h *p. ov.* nicht befruchtet werden, eine stark reduzierte Wahrscheinlichkeit auf Befruchtung bzw. eine normale Embryonalentwicklung haben. Auch KOLB (1989) beschreibt, dass es bei der Befruchtung älterer Oozyten häufig zur Polyspermie kommt und die daraus hervorgehenden Keime i. d. R. absterben. Daher sollten die männlichen Keimzellen den Ort der Befruchtung bereits vor den weiblichen erreicht haben (HOFFMANN, 1994; KEMP und SOEDE, 1999; SCHNURRBUSCH, 2002). Bei einer zu langen Verweildauer der Spermatozoen im weiblichen Genitaltrakt kann es jedoch auch zu einer Überalterung der Spermien und

damit zum Verlust bzw. zur Einschränkung der Befruchtungsfähigkeit kommen (HOFFMANN, 1994).

Der Befruchtungsprozess beginnt mit dem Aufschluss der Kumuluszellen, der akrosomalen Spermienaktivierung und der Anlagerung und Bindung der Spermien an die *Zona pellucida*, was schließlich die Akrosomenreaktion und die Penetration des Spermiums initiiert (HANCOCK, 1961; BRÜSSOW, 2001 und 2005). Die erste Kontaktaufnahme geschieht an der *Zona pellucida* der Oozyte, indem das kapazitierte Spermatozoon über einen Kohlenhydraterkennungsmechanismus an die *Zona pellucida* bindet. Hierdurch wird eine streng hierarchisch geordnete Sequenz von Ereignissen eingeleitet, die als Befruchtungskaskade zusammengefasst wird (SZOLLOSI und HUNTER, 1973; TÖPFER-PETERSEN et al., 1998; BRÜSSOW, 2001; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; TÖPFER-PETERSEN, 2007). Durch die initiale oder „primäre“ Bindung wird die als Akrosomenreaktion bezeichnete Exozytose des Akrosoms ausgelöst, indem durch multiple punktförmige Fusionen zwischen dem Plasmalemm und der darunter liegenden äußeren akrosomalen Membran Poren oder Kanäle im Akrosom entstehen (SZOLLOSI und HUNTER, 1973; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; SCHNORR und KRESSIN, 2006; TÖPFER-PETERSEN, 2007). Die durch die Akrosomenreaktion aktivierten und freigesetzten akrosomalen Enzyme lösen die Zellverbindungen der *Corona radiata* auf (SCHNORR und KRESSIN, 2006) und ermöglichen die als „sekundäre“ Bindung bezeichnete temporäre Bindung des akrosomreagierten Spermatozoons an der *Zona pellucida* (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001). Durch limitierte Proteolyse der *Zona pellucida* unterstützen die aktivierten Akrosomen-Enzyme die Penetration eines hyperaktiven, kapazitierten Spermatozoons (TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; TÖPFER-PETERSEN, 2007), wodurch dieses in den perivitellinen Raum gelangt (TÖPFER-PETERSEN et al., 1998) und über das Äquatorialsegment mit dem Oolemm (Vitellinmembran) der Oozyte fusioniert. Die Fusion der beiden Gameten aktiviert die in der Metaphase II arretierte Oozyte zur Fortsetzung der Meiose. Es wird eine als *Zona harding* oder Polyspermieblock bezeichnete kortikale Reaktion ausgelöst, die das Eindringen weiterer Spermien verhindert, indem sich die Eihülle verhärtet (SZOLLOSI und HUNTER, 1973; HUNTER, 1991; TÖPFER-PETERSEN et al., 1998; TÖPFER-PETERSEN und WABERSKI, 2001; BRÜSSOW, 2005; SCHNORR und KRESSIN, 2006; TÖPFER-PETERSEN, 2007).

Gleichzeitig führt die Fusion der Gameten zur Aktivierung des embryonalen Entwicklungsprogramms (TÖPFER-PETERSEN, 2007).

Nach dem Eindringen eines Spermiums in die Oozyte bilden sich zunächst der männliche und weibliche Vorkern aus, deren DNA (Desoxyribonukleinsäure) dann verdoppelt wird (KOLB, 1989). Durch die als Syngamie bezeichnete Verschmelzung der beiden Vorkerne entsteht etwa 12 h nach der Befruchtung der tetraploide Chromosomensatz der Zygote, dessen Teilung die zwei Tochterzellen ergibt (KOLB, 1989; BRÜSSOW, 2001 und 2005; TÖPFER-PETERSEN, 2007). Das aktivierte embryonale Entwicklungsprogramm sorgt dafür, dass aus der Zygote durch eine Folge von mitotischen Teilungen ein früher Embryo gebildet wird (BRÜSSOW, 2005; TÖPFER-PETERSEN, 2007).

Nach der Befruchtung erfolgen noch während der Eileiterpassage, die beim Schwein kürzer ist als bei anderen landwirtschaftlichen Nutztieren (POMEROY, 1955; SCHNURRBUSCH, 2002 und 2006), zwei bis drei mitotische Zellteilungen (HUNTER, 1977; RÜSSE, 1991 b; BRÜSSOW, 2005). Der Transport der Konzeptus durch die Tuben fällt weitgehend in die Zeitspanne des Metöstrus, also die Zeit abnehmender Östrogen- und zunehmender Progesterondominanz. Er erfolgt durch die *Ampulla tubae* relativ langsam, primär durch die Aktivität des Ziliarepithels, und durch den Isthmus schneller über die mehr oder weniger sporadischen, wellenförmig verlaufenden Kontraktionen der glatten Ringmuskulatur (KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 b; HOFFMANN, 1994). Befruchtete und unbefruchtete Eizellen werden dabei gleichermaßen transportiert (HOFFMANN, 1994). Bereits am Ende des zweiten oder dritten Tages *post conceptionem* (*p. conc.*) erreichen die Konzeptus im Vier- bis Acht-Zell-Stadium die Uterushornspitze (POMEROY, 1955; HUNTER, 1977; MC LAREN, 1980; KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 b; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH, 2002; BRÜSSOW, 2005; SCHNURRBUSCH, 2006), wo sie bis etwa zum 10., spätestens 15. Tag *p. conc.* frei beweglich bleiben und durch die Bewegungen der Sau, v. a. Atembewegungen, die Druckschwankungen im Uteruslumen verursachen, in Verbindung mit leichten Kontraktionen des Myometriums gleichmäßig auf die beiden Hörner des relativ langen Schweineuterus verteilt werden, wobei sie sogar in das kontralaterale Uterushorn gelangen können (DZIUK et al., 1964; BAIER und RÜSSE, 1965; WAITE und DAY, 1967; ZEROBIN, 1968; RÜSSE, 1991 b; BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH, 2002 und 2006).

Fehler bei dieser, für polytoke Spezies notwendigen, inneren Migration sind verbunden mit frühembryonalen bzw. fetalen Verlusten sowie mit reduzierten Geburtsgewichten und ggf. Geburtsschwierigkeiten (POPE und FIRST, 1985). Während der „Wanderung“ furchen sich die Keimlinge unter dem Schutz der *Zona pellucida* (RÜSSE, 1991 b).

Über das Stadium der aus ca. 16-32 Zellen bestehenden Morula, die sich 3-4 Tage *p. conc.* gebildet hat (KOLB, 1989; SCHNURRBUSCH, 2002 und 2006), erreichen die Keimlinge des Schweines am 5. bis 6. Tag *p. conc.* das Blastocysten-Stadium (KOLB, 1989; MC LAREN, 1980; SCHNURRBUSCH, 2002 und 2006) und schlüpfen am 6. bis 8. Tag *p. conc.* aus der *Zona pellucida* (HUNTER, 1977; RÜSSE, 1991 b; SCHNURRBUSCH, 2006). Bereits zu dieser Zeit bleiben einige Embryonen in ihrer Entwicklung zurück (retardierte Embryonen), sie sind kleiner als die normal entwickelten Embryonen und sterben im Verlauf der frühen Embryonalphase ab (SCHNURRBUSCH, 2006). Sofort nach dem Schlüpfen aus der *Zona pellucida* nehmen die Embryonen an Größe zu (RÜSSE, 1991 b), die Elongation des Trophoblasten (GREEN und WINTER, 1946; RÜSSE, 1991 b; BOSTEDT, 2009) und die Gastrulation mit der Anlage der Primitivorgane beginnen (BOSTEDT, 2009).

Vom 10. Tag *p. conc.* an kommen die Embryonen nicht mehr ohne den mütterlichen Kontakt aus und die unter der Kontrolle des von den *Cc. l.* stammenden Progesterons stehende (FINDLAY, 1983 zitiert nach HOFFMANN, 1994; WÄHNER, 2003) Implantation beginnt (RÜSSE, 1991 b). Als Implantation wird beim Schwein wie bei allen landwirtschaftlichen Nutztieren die Aufnahme morphologisch-funktionaler Beziehungen zwischen Endometrium und Chorion bezeichnet. Die Implantation stellt im Gegensatz zu dem Vorgang der Nidation bei Mensch und Nagern, der durch eine schnelle Invasion der Blastocyste in das maternale Epithel gekennzeichnet ist, einen eher allmählich stattfindenden Prozess dar (HOFFMANN, 1994). Unter entsprechenden hormonalen Voraussetzungen findet zunächst eine Adhäsion zwischen den Embryonen und dem Uterusepithel statt (GREEN und WINTER, 1946; BAIER und RÜSSE, 1965; MC LAREN, 1980; SCHNURRBUSCH, 2002; WÄHNER, 2003; SCHNURRBUSCH, 2006), indem nach der Ausbildung einer dicken maternalen und einer dünnen embryonalen Glykokalix-Schicht am Epithelium vorstehende epitheliale Proliferationen des uterinen Epithels von Chorion-Caps umschlossen werden (DANTZER, 1985).

Nachfolgend fügen sich die apikalen Plasmamembranen von Trophoblast und uterinem Epithel eng aneinander und es entwickeln sich ineinander greifende Mikrovilli. Zwischen dem 15. und 20. Tag *p. conc.* verbinden sich die Trophoblasten eng mit dem uterinen Epithel über lange cytoplasmatische Ausläufer in den Raum zwischen den apikalen Kuppeln des uterinen Epithels, was vermutlich den Wechsel von der histotrophen zur haemotrophen Ernährung der Trophoblasten darstellt. Nach Abschluss der Implantation um den 25. bis 28. Tag *p. conc.* (MC LAREN, 1980; DANTZER, 1985) hat sich eine *Placenta diffusa incompleta* ausgebildet (HOFFMANN, 1994). Zu diesem Zeitpunkt haben sich bei den Embryonen bereits das Neuralrohr geschlossen, die Vorderextremitätenknospen gebildet, und die Herzanlage entwickelt (BOSTEDT, 2009). Während der Embryonalentwicklung werden bis zum Ende der 6. Graviditätswoche alle Organsysteme angelegt, in der Fetalentwicklung erfolgt dann deren Vergrößerung und weitere Differenzierung (BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH, 2006).

Während des Eileitertransportes hängen Stoffwechsel und Entwicklung der Embryonen von der Natur und dem Volumen des Eileitersekretes ab, wobei die Eileiterampulle eine größere sekretorische Aktivität zeigt als der Isthmus (HUNTER, 1977). Das Überleben und die Weiterentwicklung der Embryonen im Uterus hängen v. a. davon ab, inwieweit ihr Vorhandensein vom mütterlichen Organismus registriert wird (HOFFMANN, 1994) und sie vom Organismus des Muttertieres nicht als Fremdkörper erkannt und abgestoßen werden (WÄHNER, 2003). Bereits innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Konzeption ist der Early pregnancy factor (EPF) im Blutplasma des Muttertieres nachweisbar, dessen immunsuppressive biologische Aktivität dazu beiträgt, dass sich die Immunantwort auf das Alloantigen „Embryo“ deutlich von einer normalen Reaktion auf Alloantigene unterscheidet (ELLENDORFF, 1982; KOLB, 1989; HOFFMANN, 1994; WÄHNER, 2003). Die Aufrechterhaltung der Gravidität setzt weiter voraus, dass die ab dem 12. Tag *p. ov.* im Zyklus ablaufenden luteolytischen Mechanismen unterbunden werden und eine Umstellung der Funktion der *Cc. l. periodica* auf die von *Cc. l. graviditates* erfolgt, also die Gravidität vom Organismus des Muttertieres spätestens bis zum 12. Tag *p. ov.* erkannt wird (MC LAREN, 1980; RÜSSE, 1991 b; HOFFMANN, 1994; WÄHNER, 2003; SCHNURRBUSCH, 2006; BOSTEDT, 2009). Das Signal hierfür kommt von den Embryonen, die zwischen dem 10./12. und etwa 30. Graviditätstag (GT) relativ große Mengen an Östro-

genen (v. a. Östrogensulfat) bilden (PERRY et al., 1973; ELLENDORFF, 1982; BAZER et al., 1986; KOLB, 1989; RÜSSE, 1991 b; HOFFMANN, 1994; WÄHNER, 2003; BOSTEDT, 2009), die luteotrop wirken (SCHNURRBUSCH, 2002), indem sie bewirken, dass das vom Endometrium gebildete PGF_{2α} nicht in die Uterusvenen und von da aus direkt zum Ovar gelangt, sondern vorzugsweise in das Uteruslumen abgegeben wird (HOFFMANN, 1994; SCHNURRBUSCH, 2006; BOSTEDT, 2009). Haben sich bis zum 11. GT weniger als 4 Embryonen entwickelt, so ist die von ihnen sezernierte Östrogenmenge zu gering um die Regression der Cc. l. zu verhindern, die Trächtigkeit wird abgebrochen und ein neuer Zyklus beginnt (BOLLWAHN, 1992). Die embryonalen Östrogene sind auch für die Implantationsvorgänge von Bedeutung, wobei jeder Embryo durch seine Östrogensynthese die Voraussetzungen für die Ausbildung der eigenen Plazentafläche schafft (SCHNURRBUSCH, 2006).

Die Embryonen nutzen als Vorläufermolekül für die Östrogensynthese mütterliches Progesteron. Steht dieses nicht in vollem Umfang zur Verfügung, so reicht es nicht für alle Embryonen aus und ein Teil der Embryonen stirbt ab. Die Höhe des maternalen Progesteronspiegels zwischen dem 12. und 30. GT bestimmt somit die Überlebensrate der Embryonen. Ist er aufgrund von ungünstigen Fütterungs- und Haltungsbedingungen sehr niedrig, steigt die embryonale Mortalität in diesem Zeitraum über das physiologische Niveau von etwa 25-30 % an (SCHNURRBUSCH, 2002 und 2006). Weiterhin sichert das von den Cc. l. gebildete Progesteron im Synergismus mit Östrogenen die Produktion der Histiotrophe durch die Uterindrüsen während der gesamten Gravidität und sorgt für die Ruhigstellung des Myometriums. Dies geschieht durch die Verringerung von intrazellulär verfügbarem Kalzium, wodurch die Bildung des Calcium-Calmodul-Komplexes und somit die Phosphorylierung von Myosin und Aktin in der glatten Muskulatur des Myometriums unterbunden wird (WÄHNER, 2003; SCHNURRBUSCH, 2006),

Beim Schwein ist die Anzahl der befruchteten Eizellen i. d. R. höher als die Anzahl der geborenen Ferkel. Die pränatale Mortalität liegt beim Schwein zwischen 30 und 45 %, wobei der höchste Anteil der Embryonensterblichkeit zwischen dem 8. und 13. Tag *p. conc.*, also vom Zeitpunkt des Verlassens der *Zona pellucida* bis zum Beginn der Implantationsvorgänge beobachtet wird (RICHTER und ELZE, 1986; RÜSSE, 1991 b).

Während der frühen Embryonalentwicklung sterben unter physiologischen Bedingungen etwa 15-30 % der Embryonen ab, wobei die vitalsten überleben. (KOLB,

1989; SCHNURRBUSCH, 2002 und 2006). Diese frühembryonalen Verluste werden zum Teil durch morphologische Defekte und genetische Anomalien der Zygote verursacht (BOLLWAHN, 1992), aber auch durch Fütterungs- und Haltungsbedingungen (KOLB, 1989).

Bei Verschlechterung der Umweltbedingungen steigt die embryonale Mortalität an, oder die Gravidität wird ganz abgebrochen. Faktoren, die die embryonale Mortalität erhöhen können, sind insbesondere eine quantitativ oder qualitativ unzureichende Fütterung, zu hohe Stalltemperaturen oder andere Faktoren, die zu den von SELYE (1936) erstmals beschriebenen Stressreaktionen im Organismus des Muttertieres führen, wie z. B. starke Rankämpfe nach Umstallung in die Gruppenhaltung (SCHNURRBUSCH, 2006).

Die embryonale Mortalität stellt einen Anpassungsmechanismus der Überlebensrate der Embryonen an die Umweltbedingungen der Sau dar, um eine Überforderung des Organismus zu vermeiden. An diesem Anpassungsmechanismus ist v. a. Progesteron beteiligt. Bei guten Umweltbedingungen ist die Progesteronsynthese der Cc. *I. graviditates* hoch, wodurch den Embryonen genügend Progesteron als Vorläufermolekül für die Östrogensynthese zur Verfügung steht und die Sekretion der Uterindrüsen auf einem hohen Niveau erfolgt. Bei schlechten Umweltbedingungen wird durch eine verminderte LH-Ausschüttung die Progesteron-Synthese verringert.

Entscheidend für das Überleben der Embryonen ist die maternale Progesteronkonzentration am 13.-15. GT. Die Embryonen benötigen in dieser Zeit größere Mengen Progesteron für ihre Östrogensynthese. Durch den hohen Verbrauch fällt die Progesteronkonzentration im maternalen Blut ohnehin ab. Ist die Progesteronkonzentration in diesem Zeitraum sehr niedrig, können nur die vitalsten Embryonen mit dem größten Progesteronbindungsvermögen ausreichend Progesteron aufnehmen; den weniger gut entwickelten Embryonen steht nicht mehr genug Progesteron zur Verfügung und sie sterben ab. Je schlechter die Umweltbedingungen sind, desto höher ist die Rate der embryonalen Mortalität (SCHNURRBUSCH, 2006).

In der ersten Zeit der Trächtigkeit, insbesondere bis zur Implantation, besteht eine relativ hohe Stressempfindlichkeit, da während dieser Graviditätsphase die Funktion des Uterus sehr stark von den Hypophysenhormonen abhängig ist (LADEWIG, 1994). Bei Stress wird durch die Ausschüttung von Adrenocorticotropin (ACTH) und Glukokordikoiden die LH-Ausschüttung vermindert, was zu einem Abfall der Progesteronkonzentration und einer damit einhergehenden Erhöhung der embryonalen

Mortalität führt (SCHNURRBUSCH, 2006; TÖNHARDT, 2007; THUN, 2009). Später werden die für die Erhaltung der Trächtigkeit und Entwicklung der Feten notwendigen Hormone größtenteils lokal im Uterus produziert, so dass in der Spätphase der Gravidität eine auffallend hohe Unempfindlichkeit gegenüber Stressfaktoren besteht (LADEWIG, 1994).

Auch unphysiologisch hohe Ovulationsraten führen zu einem Anstieg der embryonalen Verluste, wobei die embryonale Mortalität einen Mechanismus zur Einstellung auf eine normale Wurfgröße darstellt (BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH, 2006). Durch züchterische Maßnahmen kann die Ovulationsrate, und begrenzt auch die Wurfgröße, erhöht werden. Gegenwärtig werden je Wurf 12-15 Ferkel und mehr erwartet (SCHNURRBUSCH, 2006; SCHRÖDER, 2011; EDWARDS und BAXTER, 2012).

2.2. Sexualverhalten des Schweines

Der Mechanismus des Sexualverhaltens beinhaltet drei Hauptschritte. Zunächst wird ein physiologisches (hormonelles) Signal vom Genitaltrakt zum zentralen Nervensystem (ZNS) übermittelt. Dieses Signal wird im Gehirn zur sexuellen Antriebskraft transformiert und programmiert die treibenden Muster für die Paarungsaktivität. Sensorische Informationen ermöglichen schließlich die initiale Suche nach Sexualpartnern sowie die Identifikation des physiologischen Stadiums dieser, und lösen die entsprechenden Bewegungsreaktionen aus (SIGNORET, 1970 c).

2.2.1. Natürliches Paarungsverhalten

Sowohl bei Wildschweinen wie auch bei Hausschweinen, die frei in einer Herde zusammen gehalten werden, beginnt die Annäherung von männlichen und weiblichen Tieren und das Werbungsverhalten bereits einige Zeit vor der ersten Paarung (SIGNORET, 1970 b, 1970 c und 1972) im Verlauf des Proöstrus, etwa einen halben Tag vor der Annahme des Ebers (SIGNORET, 1969). Bereits zwei bis drei Tage vor der Rausche beginnt der Eber die Sau zu verfolgen, und zwar immer häufiger. Aber selbst bei der paarungsbereiten Sau können noch bis zu 15 Minuten vergehen, bis der Duldungsreflex eintritt (SIGNORET, 1969). Der Verhaltensablauf, der in der Paarung endet, ist in der Abbildung 1 dargestellt.

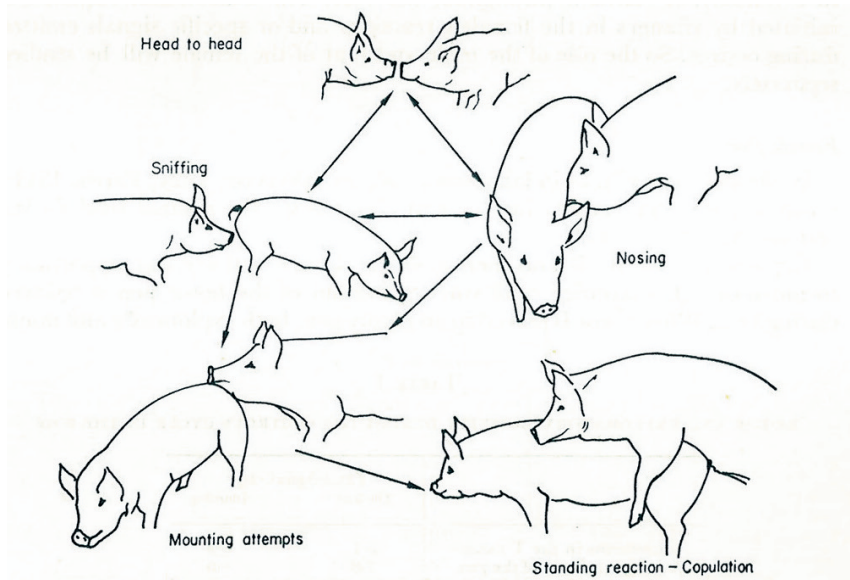


Abbildung 1: Ethogramm des sexuellen Verhaltens beim Schwein nach SIGNORET, 1970 c

Die Kontaktaufnahme zwischen Eber und Sau, mit der der Eber sofort nach Wahrnehmung des Sexualpartners beginnt (SCHNURRBUSCH, 2001), erfolgt im Allgemeinen naso-nasal oder naso-genital (SIGNORET, 1970 c und 1972; FRÄDRICH, 1980; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; WABERSKI und WEITZE, 2007). Bei Annäherung des Ebers läuft die Sau zunächst vor ihm weg. Der Eber folgt ihr beharrlich (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1970 c und 1972; FRÄDRICH, 1980; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006). Dabei stößt er charakteristische Grunzlaute aus, die als Aufmunterung zu verstehen sind und in der Literatur auch als „Liebes-“ oder „Minnegesang“ bezeichnet werden (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1969, 1970 c und 1972; FRÄDRICH, 1980; SCHNURRBUSCH, 2001; WABERSKI und WEITZE, 2007), knirscht mit den Zähnen (SIGNORET, 1970 c und 1972) und schäumt Speichel um sein Maul herum (SIGNORET, 1969, 1970 c und 1972), indem er mit den Kiefern schlägt (SCHNURRBUSCH, 2001; WABERSKI und WEITZE, 2007). SIGNORET (1969) beschreibt den „Liebesgesang“ als eine Folge von bis zu 20 Grunzlauten in einer Häufigkeit von 6 bis 8 je Sekunde, mit vereinzelt nicht spezifischem Grunzen, während der Eber die Luft wittert. Witterung sowie eine intensive olfaktorische

Kontrolle durch Beschnüffeln der Genitalorgane sowie des abgesetzten Harns der Sau erfolgen häufig (GRAUVOGEL, 1958; SIGNORET, 1969; SCHNURRBUSCH, 2001). Zum Teil wird der Harn auch verkostet (GRAUVOGEL, 1958; SCHNURRBUSCH, 2001). Auch die Sau beschnüffelt oft die Genitalorgane des Ebers, meist begleitet von kleinen Stößen mit dem Rüssel. Außerhalb der Rausche wird dieses Verhalten bei Sauen nur äußerst selten beobachtet (SIGNORET, 1969). Im Verlauf der Verfolgung der Sau hält der Eber gelegentlich an, stellt die Vorderbeine nach vorne und stampft mit ihnen am Platz (SIGNORET, 1969). Der durch das auch als „Patschen“ bezeichnete Kieferschlagen des Ebers reichlich gebildete und zu Schaum geschlagene Speichel wird durch das Herumgehen um den Sprungpartner und das Aneinanderreiben der Köpfe von Eber und Sau an der Sau abgestreift oder fällt zu Boden (GRAUVOGEL, 1958; SCHNURRBUSCH, 2001). Über die Oberflächenvergrößerung des Schaums werden die im Speichel enthaltenen Pheromone - hauptsächlich 5α -Androstenon - die wichtige Funktionen bei der Auslösung des Duldsreflexes der Sau (CLAUS, 1979; SCHNURRBUSCH, 2001) sowie für die Libido des Ebers selbst besitzen, freigesetzt (PEDERSEN, 2007; HOY, 2009 a).

Während der Annäherungs- und Witterungsphase harnt der Eber häufig. Gleichzeitig ziehen sich die Hautmuskeln im Bereich des Präputialbeutels rhythmisch zusammen, wodurch der Harn nach vorne und nach hinten verspritzt wird (HAFEZ et al., 1962; SIGNORET, 1969, 1970 c und 1972; FRÄDRICH, 1980). Auch die rauschende Sau harnt häufiger als gewöhnlich (SIGNORET, 1969; FRASER, 1978).

Der Eber berührt zunächst leicht, dann zunehmend fester mit seiner Rüsselscheibe Kopf, Schulter, Flanke und Vulva der Sau, dabei uriniert er wiederholt und grunzt ununterbrochen (HAFEZ et al., 1962; SCHNURRBUSCH, 2001). Die Intensität der von unten nach oben geführten Flankenstöße kann so groß sein, dass die Sau vom Boden angehoben wird (GRAUVOGEL, 1958; SCHENK, 1967; SIGNORET, 1969; SOEDE, 1993; SCHNURRBUSCH, 2001). Teilweise ist auch ein Scheinkampf zu beobachten, wobei der Eber versucht, in Ohren oder Nacken der Sau zu beißen (GRAUVOGEL, 1958; SIGNORET, 1969, 1970 c, 1971 und 1972). Die Intensität der Bewegungen zeigt aber einen großen Unterschied zu einem echten Kampf (SIGNORET, 1970 c, 1971 und 1972).

Sobald die Sau stehen bleibt, stößt der Eber mit seiner Rüsselscheibe gegen die Flanke der Sau (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1969; SIGNORET, 1970 c und 1972; FRÄDRICH, 1980; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006), beschnüffelt die Ano-

Genital-Region oder den Kopf der Sau, legt seinen Kopf auf die Kruppe der Sau und versucht aufzuspringen (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1969, 1970 c, 1971 und 1972). Aber auch die rauschende Sau springt auf den Eber auf. Das Aufspringen oder die gegenseitige Genitalkontrolle nehmen Eber und Sau oft in verkehrt paralleler Stellung vor, die aber nicht lange eingehalten wird, da sich Eber und Sau in dieser Phase noch bewegen und umkreisen (SIGNORET, 1969; SCHNURRBUSCH, 2001; HOY, 2009 a)

Die charakteristische Antwort einer paarungsbereiten Sau auf das Werbungsverhalten des Ebers ist der Duldungsreflex (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1970 c, 1971 und 1972), dabei ermöglicht das Stillstehen der Sau die Paarung (SIGNORET, 1969). Sobald die Sau den Duldungsreflex zeigt, kommt es sehr schnell zum Aufsprung des Ebers und zur Kopulation (SIGNORET, 1970 c und 1972; HOY, 2009 a). Manche Eber springen vor dem Koitus mehrfach auf die Sau auf und wieder ab (HAFEZ et al., 1962). Nach der Rausche oder selbst im Verlauf der vorhergehenden Annäherung kann die Sau das Aufspringen des Ebers ablehnen. Sie geht schnell vorwärts und stößt dabei oft Verteidigungslaute aus. Teilweise kehrt sie zurück und führt mit geöffnetem Maul eine Attacke gegen den Kopf des Ebers (SIGNORET, 1969).

Unter natürlichen Bedingungen, wenn der Eber freien Zugang zur Sau während des gesamten Östrus hat, erfolgen mehrere Paarungen während eines Östrus der Sau (SIGNORET, 1969 und 1972; HOY, 2009 a). Im Mittel werden 6,6 Paarungen je Sau beobachtet, wobei der Abstand zwischen zwei Paarungen 10-12 Stunden beträgt. Dieser Rhythmus wird vom Eber bestimmt; die Sau ist während der gesamten Östrusdauer paarungsbereit (BASCOS, 1953, zitiert nach SCHNURRBUSCH, 2001). Befinden sich mehrere Eber in einer Gruppe von Sauen, so zeigen gelegentliche Beobachtungen, dass Sauen auf dem Höhepunkt der Rausche bestimmte Eber vertreiben und andere akzeptieren (HODGSON, 1935; HAFEZ et al., 1962; SIGNORET, 1969).

Die Analyse des Sexualverhaltens der Schweine zeigt, dass die Sau die Hauptrolle übernimmt bei der Suche des Ebers, der Umwandlung des sozialen Kontaktes zur sexuellen Verhaltenssequenz und der Induktion der Aufsprung-Reaktion. Im Gegensatz dazu wartet der Eber auf die charakteristischen Signale, die von der Sau ausgehen. Die Ergebnisse von SIGNORET (1970 c) zeigen Unterschiede in der Wichtigkeit der verschiedenen sensorischen Stimuli zu unterschiedlichen Phasen des Sexual-

verhaltens. In jedem Stadium empfängt jedes Sinnesorgan spezifische Informationen, von denen allerdings einige wichtiger sind als andere; bspw. führen der Geruch und die Grunzlaute des Ebers oft schon alleine zur Auslösung des Duldungsreflexes bei der Sau. Aber alle Eberstimuli haben einen kumulativen Effekt. Beim Fehlen eines spezifischen Signales wird die Verhaltenssequenz teilweise oder vollständig durch einen anderen Stimulus organisiert (SIGNORET, 1970 c).

Das Sexualverhalten des Schweines kann in vier Hauptphasen unterteilt werden: Die Suche des Sexualpartners, der soziale Kontakt zwischen Eber und Sau, die präkopulatorische Verhaltenssequenz, die zum Duldungsreflex bei der Sau führt und schließlich Aufsprung und Kopulation (SIGNORET, 1970 a, 1970 c und 1972).

2.2.1.1. Suche der Sexualpartner

Beim Zusammentreffen der Sexualpartner spielt die Sau die entscheidende Rolle (SIGNORET, 1970 b, 1970 c und 1971; WODZICKA-TOMASZEWSKA et al., 1981), während sich die Reaktion des Ebers stark am Verhalten der Sau orientiert (SIGNORET, 1971). Die Sau beginnt die letztendlich zur Paarung führende Verhaltenssequenz durch die Veränderungen ihres Verhaltens und/oder das Aussenden spezifischer Signale (SIGNORET, 1970 c und 1972). Sobald sich die Rausche nähert, kommt es bei der Sau zu einer erheblichen Steigerung des Herumsuchens und der Motorik, wobei sich das Suchen der Sau in Richtung Eber orientiert (SIGNORET, 1970 b und 1971) und durch Eberpheromone geleitet wird (SIGNORET, 1976). Die spontane Bewegungsaktivität sowie das Explorationsverhalten der Sauen sind im Östrus erheblich gesteigert (SIGNORET, 1971 und 1972). Dabei orientiert sich das Explorationsverhalten der östrischen Sau stark an den Signalen des Ebers, während der Eber wenig sensitiv für die Stimuli von östrischen Sauen ist (SIGNORET, 1970 c, 1971 und 1972).

Wenn Eberkontakt möglich ist, suchen östrische Sauen oft den Eber auf und verbleiben nahe bei ihm (BURGER, 1952, zitiert nach SIGNORET, 1972). Auch im T-Labyrinth-Test wurde eine starke Anziehungskraft des Ebers auf östrische und präöstrische Sauen nachgewiesen (SIGNORET, 1969). Diese Attraktivität des Ebers beginnt bereits einen Tag vor Duldungsbeginn und hält noch zwei Tage nach Duldungsende an (SIGNORET, 1969 und 1971). Einen Tag vor Östrusbeginn verfolgen einige Sauen sogar den Eber, wenn beide in einer Gruppe zusammen gehalten werden (JAKWAY und SUMPTION, 1959, zitiert nach HAFEZ et al., 1962).

Die Stimuli für die Attraktivität des Ebers auf die Sau werden nur von adulten intakten Ebern ausgesandt (SIGNORET, 1970 c). Bei Wahlversuchen im T-Labyrinth bevorzugt die östrische Sau den fertilen gegenüber dem kastrierten Eber (SIGNORET, 1971). Die durch die postpubertale Kastration eines Ebers reduzierte Anziehungskraft auf die Sau wird aber durch Androgenbehandlung des Ebers wieder hergestellt (SIGNORET, 1970 c). In diese Reaktion scheinen mehrere sensorische Mechanismen involviert zu sein. So ist die Attraktivität des Ebers auf die Sau nur geringfügig beeinträchtigt, wenn er sich hinter einer Holzwand befindet, also von der Sau nicht gesehen werden kann (SIGNORET, 1970 c und 1972), während allerdings die typischen Grunzlaute oder der charakteristische Ebergeruch des Präputialsekrets alleine keinen Effekt auf die Sau zeigen (SIGNORET, 1970 b, 1970 c, 1971 und 1972).

Die gegenseitige Zuwendung der Sexualpartner geht der Paarungsbereitschaft der Sau manchmal um einige Tage voraus (SIGNORET, 1970 b). Unter Feldbedingungen beginnt die Sau mit der Suche nach dem Eber bereits mehrere Tage vor Östrusbeginn (WODZICKA-TOMASZEWSKA et al., 1981).

Detaillierte Beobachtungen in der Herde lassen darauf schließen, dass der Eber östrische Sauen mehr an ihrem Verhalten erkennt, als an passiv ausgesendeten Signalen, wie Geruch oder Geräuschen (SIGNORET, 1970 c und 1972). Der Eber richtet sein Imponiergehabe (Paraden) an alle weiblichen Tiere, auf die er trifft, ohne vorher ihren physiologischen Zustand zu unterscheiden. Er stellt den Zustand der Sau nach „Versuch und Irrtum“ fest, ohne dass er sich besonders der rauschigen Sau zuwendet (SIGNORET, 1970 b und 1971). Kommt ein Eber in eine Gruppe Sauen, von denen eine rauscht, untersucht er nacheinander fast alle Sauen durch Geruchsaufnahme, Kopf-an-Kopf-Stellung, Flankenstöße und Aufsprungversuche (SIGNORET, 1970 b und 1971). Bei Wahlversuchen im T-Labyrinth hält sich der Eber nur geringfügig länger bei der östrischen als bei der anöstrischen Sau auf (SIGNORET, 1970 b, 1970 c, 1971 und 1972).

2.2.1.2. Sozialer Kontakt zwischen Eber und Sau

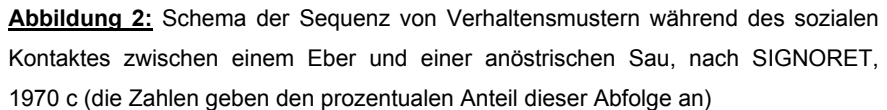
Der soziale Kontakt zwischen Eber und Sau beginnt mit dem Rüsselscheibenkontakt (SIGNORET et al., 1975; HOY, 2009 a) und entwickelt sich davon ausgehend weiter (WODZICKA-TOMASZEWSKA et al., 1981). Dabei zeigt der Eber sein Werbungsverhalten beim Kontakt mit jeder Sau, unabhängig von deren Zyklusphase. Die Antwort der Sau auf das Werbungsverhalten bestimmt dann das weitere Verhalten

des Ebers (SIGNORET, 1971 und 1972). Während des Kontaktes zwischen Eber und Sau finden verschiedene Verhaltensmuster statt (siehe Kapitel 2.2.1), von denen der Kopf-zu-Kopf-Kontakt sowie das Beschnüffeln der Sau und Stoßen mit der Rüsselscheibe durch den Eber sowohl beim Kontakt zur östrischen als auch zur anöstrischen Sau am häufigsten beobachtet werden. Verfolgen und Scheinkämpfe treten eher selten auf (SIGNORET, 1970 c und 1972). Oft fehlen aber auch eine oder mehrere der Hauptverhaltensmuster bei der sozialen Interaktion zwischen einem Eber und einer Sau (SIGNORET, 1970 c).

Die verschiedenen Verhaltensmuster der sozialen Interaktion, wie sie in Abbildung 1 (Kapitel 2.2.1) dargestellt sind, erfolgen individuell bei verschiedenen Sauen entweder einzeln oder als Sequenz. Im letzteren Falle besteht der erste Kontakt entweder aus Beschnüffeln der Ano-Genital-Region oder, wenn die Sau nicht im Östrus ist, als Kopf-zu-Kopf-Kontakt. Das letzte Verhaltensmuster einer Sequenz ist Beschnüffeln der Ano-Genital-Region oder Flankenstoß mit der Rüsselscheibe; in geringerer Frequenz auch Kopf-zu-Kopf-Kontakt oder Aufsprungversuch (SIGNORET, 1970 c).

Nach einem ersten naso-nasalen oder naso-genitalen Kontakt folgen oft Aufsprung oder Flankenstöße mit der Rüsselscheibe. Werden von einer anöstrischen Sau Aufsprungversuch oder Verfolgung durch den Eber abgelehnt, reagiert der Eber oft mit Flankenstößen oder Beschnüffeln der Ano-Genital-Region, z. T. auch mit Kopf-zu-Kopf-Kontakt (SIGNORET, 1970 c; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006). In Abbildung 2 sind die von SIGNORET (1970 c) beobachteten verschiedenen Sequenzen an Verhaltensmustern und die Häufigkeiten dieser Abfolgen bei der Interaktion zwischen Ebern und anöstrischen Sauen dargestellt.

Obwohl der Eber genau die gleichen Verhaltensmuster und Abläufe bei östrischen wie auch bei anöstrischen Sauen zeigt, beobachtete SIGNORET (1970 c) - verursacht durch die schnelle Immobilisation der östrischen Sau - eine geringere Frequenz an Aufsprungversuchen und eine relative Abnahme der Flankenstöße bei der Interaktion des Ebers mit östrischen Sauen im Vergleich zur Interaktion zwischen Eber und anöstrischer Sau. Das Werbungsverhalten wird vom Eber fast immer ausgiebig durchgeführt und kann bis zu 15 Minuten und länger dauern (GRAUVOGEL, 1958). Dabei ist die Dauer des Vorspieles abhängig von Kondition, Alter, Temperament, sexueller Beanspruchung und Erfahrung des Ebers. Im Mittel beträgt sie ca. 5-8 Minuten (LEIDING, 2000; SCHNURRBUSCH, 2001).



Befindet sich die Sau im Östrus, bewirkt das Werbungsverhalten des Ebers in Verbindung mit den von ihm ausgehenden Stimuli innerhalb weniger Sekunden die Auslösung des Duldungsreflexes (SCHENK, 1967; CLAUS, 1979; WODZICKA TOMASZEWSKA et al., 1981; PEDERSEN, 2007), der die einleitende Phase des Sexualverhaltens beendet (SIGNORET, 1970 c) und dem Eber Aufsprung und Kopulation ermöglicht (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1970 b, 1970 c, 1971 und 1972). Der durch den Eber ausgelöste Immobilisationsreflex bleibt bei östrischen Sauen für 15 Minuten bestehen (SIGNORET, 1971). Die lange Dauer dieses Stehreflexes ermöglicht die bei Schweinen relativ lange dauernde Paarung (SCHENK, 1967). Die Bedeutung des Immobilisationsreflexes für die Paarung erklärt sich einerseits durch den anatomischen Bau der Geschlechtsorgane, wobei die korkenzieherartig gekrümmte Penisspitze des Ebers regelrecht mit der entsprechend geformten Zervix der Sau „verschraubt“ wird (CLAUS, 1979) und darüber hinaus durch die lange Ejakulationsdauer von bis zu 15 Minuten, die auf das große Ejakulationsvolu-

men in mehreren Einzelfractionen zurückzuführen ist (SCHNURRBUSCH, 2001; WABERSKI und WEITZE, 2007; HOY, 2009 a).

Die Verhaltensantwort der Sau, d. h. der Duldungsreflex, welcher die präkopulatorische Sequenz durch Ermöglichung des Aufsprungs beendet, wird in erster Linie durch die taktile Stimulation während der Flankenstöße des Ebers ausgelöst; aber die vom Eber zusätzlich ausgehenden olfaktorischen, auditiven und visuellen Stimuli haben einen kumulativen Effekt und fördern diese Antwort (SIGNORET, 1970 c und 1976; SCHNURRBUSCH, 2001).

2.2.1.4. Aufsprung und Kopulation

Der Stehreflex der Sau bildet für den Eber das Signal, das den Aufsprung auslöst (SIGNORET, 1970 b, 1971 und 1972). Der Aufsprung des Ebers ist v. a. auf visuelle und taktile Reize zurückzuführen, die durch den Duldungsreflex der Sau erfolgen (SIGNORET, 1970 b, 1970 c und 1971). Ausschlaggebend ist dabei auch beim Eber das von BÜCHLMANN (1950) für den Bullen beschriebene „Torbogenschema“. Der Aufsprungreflex des Ebers scheint angeboren zu sein, da auch junge Eber ohne sexuelle Erfahrung schnell auf sehr einfache Attrappen aufspringen (SIGNORET, 1970 b und 1971).

Im Allgemeinen erfolgt der Aufsprung des Ebers auf eine brünstige Sau relativ schnell (SIGNORET, 1969 und 1972); nach JAKWAY und SUMPTION (1959) (zitiert nach HAFEZ et al., 1962) springt der Eber in mehr als 75 % der Fälle innerhalb von weniger als 200 Sekunden auf die brünstige Sau auf. SIGNORET (1972) beobachtete bei 202 Paarungen eine durchschnittliche Latenzzeit von 43 Sekunden bis zum Aufsprung des Ebers. Manche Eber springen mehrere Male auf und ab, bevor es zum Koitus kommt, aber in der Regel erfolgt kein Heruntersteigen des Ebers vor Ende der Kopulation (HAFEZ et al., 1962; SIGNORET, 1972; SCHNURRBUSCH, 2001). Vor dem Aufsprung, der vom Eber meist zunächst in seitlicher oder schrägkaudaler Stellung vorgenommen wird, legt der Eber oft seinen Rüssel oder den ganzen Kopf auf die Kruppe der Sau (GRAUVOGEL, 1958; SCHNURRBUSCH, 2001; WABERSKI und WEITZE, 2007). Nach dem Aufsprung nimmt der Eber dann sehr schnell die kaudale Stellung ein und umklammert die Sau kranial der *Tuber coxae*, wodurch er festen Halt auf der Sau gewinnt (SCHNURRBUSCH, 2001; WABERSKI und WEITZE, 2007). Nach vollständiger *Erectio* und *Emissio penis* wird der korkenzieherartige Penis durch kräftige rhythmische Friktionsbewegungen in die

Vagina der Sau eingeführt und zwischen die Verschlusskissen der Zervix geschoben (WABERSKI und WEITZE, 2007). Durch die Verankerung der Peniswindungen hinter den kissenartigen Erhebungen der Zervix wird der Zervixkanal weitgehend abgedichtet, so dass das anschließend abgegebene Ejakulat nicht in Richtung Scheide zurückfließen kann (SCHNURRBUSCH, 2001). Die Ejakulation erfolgt fraktioniert (SCHNURRBUSCH, 2001) und dauert infolge des großen Volumens von bis zu 500 ml mit ca. 2-5, z. T. bis zu 15 Minuten relativ lange (SCHNURRBUSCH, 2001; WABERSKI und WEITZE, 2007). In der Literatur existieren für die Dauer des gesamten Deckaktes Angaben von $\frac{1}{2}$ bis zu 30 Minuten (SIGNORET, 1969; SINOWATZ, 1991; SCHNURRBUSCH, 2001; HOY, 2009 a). SIGNORET (1972) ermittelte bei 438 beobachteten Paarungen eine durchschnittliche Kopulationsdauer von 4,7 Minuten. Bei Jungsauen dauert die Paarung länger, weil sie den Eber nicht ohne weiteres aufspringen lassen, sondern zunächst ausweichen. GRAUVOGEL (1958) leitet daraus das Vorliegen einer Reifung der Verhaltensweise ab.

Sehr oft bewahrt die Sau während der gesamten Dauer der Paarung die charakteristische Unbeweglichkeit des Immobilisationsreflexes (SIGNORET, 1969; CLAUS, 1994). Sie bleibt mit gespreizten Beinen sägebockartig stehen und hält den Schwanz seitwärts nach oben, ist dabei erregt, die Ohren vibrieren oder werden nach hinten gelegt und die Sau gibt keinen Laut von sich (GRAUVOGEL, 1958). Nur in 18 % der von SCHENK (1967) beobachteten 307 Paarungen bewegten sich die Sauen. Sie treten auf der Stelle, bemüht, eine andere Stellung einzunehmen, zuweilen wird hierdurch der Deckakt unterbrochen (SIGNORET, 1969). Nachdem der Eber abgestiegen ist, beschäftigt er sich laut GRAUVOGEL (1958) noch weiter mit der Sau. Andere Autoren beschreiben eher ein geringes Interesse des Ebers an der brünstigen Sau nach Ende des Deckaktes mit dem Fehlen eines ausgeprägten Nachspiels (SCHENK, 1967; SCHNURRBUSCH, 2001; WABERSKI und WEITZE, 2007).

2.2.2. Sexuelle Stimulation

Bezüglich der sexuellen Stimulation der Sauen wird in der Literatur zwischen der Östrusstimulation im Allgemeinen und der Stimulation direkt vor und während der Insemination bzw. Paarung im Speziellen unterschieden.

Durch die Östrusstimulation soll die Anzahl der unwirtschaftlichen Leertage je Sau verringert werden, indem die Sauen möglichst schnell nach dem Absetzen der Ferkel wieder in die Brunst kommen, also das Absetz-Östrus-Intervall möglichst kurz ist.

Aber auch die Intensität der Östrussympptome soll durch die Östrusstimulation gefördert werden, denn eine geringe Ausprägung der Symptome kann dazu führen, dass die Brunst nicht erkannt und somit die Sau im ersten Zyklus nach dem Absetzen nicht belegt wird, was die Anzahl der Leertage stark erhöht.

Die sexuelle Stimulation um die Insemination herum soll über eine Verbesserung der Befruchtungsergebnisse die Trächtigkeitsrate und die Wurfgröße erhöhen. Durch die Stimulation wird über die Steigerung der Kontraktilität von Myometrium und Mesosalpinx der Spermientransport durch den weiblichen Genitaltrakt zum Ort der Befruchtung verbessert. Sie bewirkt aber auch eine Verkürzung der Ovulationsdauer und innerhalb gewisser Grenzen eine zeitliche Abstimmung der Ovulation auf den Inseminationszeitpunkt.

2.2.2.1. Östrusstimulation

Die Östrusstimulation bzw. generelle Stimulation des Sexualzyklus dient einem möglichst schnellen Zyklusstart nach dem Absetzen der Ferkel (HÜHN, 2003) bzw. einem möglichst frühen Pubertätseintritt bei Jungsauen sowie deutlich ausgeprägten und möglichst synchron ablaufenden Östren bei den Sauen einer Besamungsgruppe. Fördernd auf den Brunsteintritt wirkt sich die Nutzung einer Sauenarena oder Stimulationsbucht aus. Hierbei werden die Sauen nach dem Absetzen - vor der Einstallung in den Besamungsstall - für einen Zeitraum von mehreren Stunden bis zu 2 Tagen in der Gruppe aufgestellt. Bei dieser kurzzeitigen Gruppenhaltung wirken sich die sozialen Kontakte und Auseinandersetzungen und der damit verbundene Stress sowie Bewegung und Klimawechsel positiv auf die Sexualfunktionen aus (HÜHN, 2003 und 2007; SPITSCHAK, 2007; BOSTEDT, 2009). Ein weiterer Vorteil ist, dass sich innerhalb der Gruppe bereits eine Rangordnung bildet und dies nicht erst nach dem Belegen bei den tragenden Sauen erfolgt (BAUER, 2005; SPITSCHAK, 2007; HOY, 2009 b und 2010). DYCK (1988 b) stellt eine geringere Rate an Postlaktationsanöstrie bei Sauen fest, die nach dem Absetzen in Auslaufhaltung aufgestellt werden.

Des Weiteren werden zur Brunststimulation eine gute Beleuchtung im Deckzentrum (LITTMANN et al., 1997 a; FELLER, 2000 a und 2000 b; HÜHN, 2003; HOY, 2004; PLONAIT, 2004; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; HÜHN, 2007; SPITSCHAK, 2007; BOSTEDT, 2009), eine energiereiche und an essentiellen Aminosäuren ausgeglichene Fütterung (BOSTEDT, 2009) sowie Eberkontakt angeführt (HEMSWORTH, 1982; SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 d; LITTMANN et al.,

1997 a; FELLER, 2000 a; HÜHN, 2003; PLONAIT, 2004; HOY, 2006; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; HÜHN, 2007; SPITSCHAK, 2007; BOSTEDT, 2009; WÄHNER und HOY, 2009). Insbesondere der Eberkontakt spielt eine wichtige Rolle bei der Östrusstimulation. So beschreiben zahlreiche Autoren einen positiven Einfluss des Kontaktes der abgesetzten Sauen zu einem fertilen Eber sowohl auf den Östrusbeginn nach dem Absetzen sowie die Ausprägung der Östrussymptome (SIGNORET; 1970 c; 1971 und 1972; HEMSWORTH, 1982; LADEWIG, 1982; WALTON, 1986; HUGHES et al., 1990; PEARCE und PEARCE, 1992; CLAUS, 1994; LITTMANN et al., 1997 b; GERRITSEN et al., 2005; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; HÜHN, 2007) und die Synchronisation des Östrusbeginns innerhalb der Sauengruppe (CLAUS, 1989; BORBERG, 2008). DYCK (1988 b) berichtet zwar von gleichen Absetz-Beleg-Intervallen für Sauen, die nach dem Absetzen in direkter Nachbarschaft zu Ebern und solchen, die isoliert von Ebern gehalten werden, allerdings wurde in dieser Untersuchung zu den „isolierten Sauen“ tägl. für 5 Minuten ein Sucheber zur BK zugestellt, so dass die Sauen nicht völlig ohne Eberkontakt waren. KNOX et al. (2004) beobachtete bei Sauen, die nach dem Absetzen gemeinsam mit einem fertilen Eber in der Gruppe gehalten wurden im Vergleich zur Gruppen- bzw. Einzelhaltung ohne Eber mit dosiertem Eberkontakt zur BK eine geringere ÖR innerhalb von 7 d (80 % *versus* (vs.) 98 bzw. 96 %) sowie ein längeres A-Ö-I ($5,1 \pm 0,1$ d vs. $4,7 \pm 0,1$ d) und eine kürzere Östrusdauer. Die Autoren schließen daraus, dass sich Dauerkontakt zum Eber negativ auf die Östrus-Ausprägung und -Erkennung auswirkt. PEARCE und PEARCE (1992) beschreiben, dass auch der Kontakt zu östrischen Sauen bei abgesetzten Sauen ähnlich dem Eberkontakt einen früheren Östruseintritt bewirkt und einen synchronisierenden Effekt auf den Östruseintritt der abgesetzten Sauengruppe zeigt.

Auch der als „Eber-Effekt“ bezeichnete positive Effekt des Eberkontaktes auf den Pubertätseintritt bei Jungsauen wurde bereits in zahlreichen Untersuchungen belegt (BROOKS und COLE, 1970; THOMPSON und SAVAGE, 1978; HEMSWORTH, 1982; KARLBOM, 1982; LADEWIG, 1982; DYCK, 1988 a; PEARCE et al., 1988; HUGHES et al., 1990; PEARCE, 1992; PEARCE und PEARCE, 1992). Diese Form der Pubertätsbeschleunigung ist ebenfalls von Wildschweinen bekannt, wo während der Paarungszeit die Pubertät junger Bachen durch die Anwesenheit der Keiler beschleunigt wird, so dass die Bachen noch in der gleichen Paarungssaison gedeckt werden können (MAUGET, 1982).

Im Gegensatz zu dem früher empfohlenen 100- bis 120-Stunden-Eberdauerkontakt (LITTMANN et al., 1997 a; MUSSLICK, 2000; MUSSLICK et al., 2000) weisen andere Untersuchungen allerdings nach, dass ein zu frühzeitiger Eberkontakt ebenso wie Dauerkontakt die Intensität der Stimulationswirkung verringert (SCHNIPPE, 2000; KNOX et al., 2004; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; HÜHN, 2007; SPITSCHAK, 2007) und sich negativ auf die Östrusexpression der Sauen und somit auch auf die Östrusdiagnoserate auswirkt (DYCK, 1988 b; HEMSWORTH et al., 1988; zusammengefasst durch HEMSWORTH und BARNETT, 1990; LANGENDIJK et al., 2000 a), so dass aktuell zur Brunststimulation ein dosierter Eberkontakt ab dem 3. Tag nach dem Absetzen empfohlen wird, wobei der Eber sich zweimal am Tag für etwa 15-30 Minuten vor den Sauen bewegen (BEDDIES und HÜHN, 2001; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; HÜHN, 2007; WÄHNER und HOY, 2009; SPITSCHAK, 2007) und während der restlichen Zeit von den Sauen isoliert untergebracht sein sollte (VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; WÄHNER und HOY, 2009).

KNOX et al. (2004) ermittelten für Sauen mit dauerhaftem Eberkontakt nach dem Absetzen eine geringere Östrusrate (Sauen mit Östrus innerhalb von 7 d nach dem Absetzen), ein längeres Absetz-Östrus-Intervall sowie eine kürzere Östrusdauer im Vergleich zu Sauen mit dosiertem Eberkontakt täglich während der Brunstkontrolle. BEHAN und WATSON (2005) konnten bei der Auswertung von über 2.000 Sauendaten keinen Unterschied des durchschnittlichen A-Ö-I zwischen Sauen mit kontinuierlichem Eberkontakt nach dem Absetzen und solchen, die bis zum 4. Tag nach dem Absetzen vom Eber isoliert gehalten werden, feststellen. Sie beobachteten aber, dass bei mehr als $\frac{1}{3}$ der Sauen mit kontinuierlichem Eberkontakt der Östrusbeginn vor dem 4. Tag nach dem Absetzen lag, während dies bei keiner Sau der anderen Gruppe der Fall war. Die Sauen mit kontinuierlichem Eberkontakt hatten in dieser Untersuchung hoch signifikant geringere Abferkelraten sowie kleinere Wurfgrößen als die Sauen, die bis zum 4. Tag nach dem Absetzen vom Eber isoliert waren.

2.2.2.2. Sexuelle Stimulation während der Insemination

Zusätzlich zu der erwähnten Bedeutung der vom Eber ausgehenden Reize für die Östrusstimulation häufen sich Beweise dafür, dass die Eberstimulation auch um den Zeitpunkt der KB und während der Insemination spezifische Reproduktionsprozesse beeinflusst (SOEDE, 1993).

Als äußeres wahrnehmbares Zeichen der sexuellen Stimulation der Sau vor der Paarung bzw. Insemination führt diese zunächst zur Auslösung des Duldungsreflexes. Die exakten physiologischen Mechanismen, die zum Duldungsreflex bei der Sau führen, sind noch nicht bekannt, aber vom Eber ausgehende Stimuli spielen eine große Rolle (zusammengefasst durch SIGNORET, 1970 c und 1972; PERRY et al., 1980; SOEDE, 1993). Obwohl alleinige taktile Stimulation - die vom Besamungstechniker in gleicher Weise erfolgen kann wie durch den Eber - i. d. R. bereits zur Auslösung des Duldungsreflexes führt, zeigen die zusätzlich vom Eber ausgehenden Stimuli (olfaktorisch, visuell und akustisch) eine kumulative Wirkung auf die Ausprägung des Reflexes (SIGNORET, 1970 c).

Die sexuelle Stimulation der Sau während der Insemination regt aber v. a. die rhythmischen Uteruskontraktionen an, die über Sogwirkung das Sperma während der Insemination aus der Zervix in den Uterus absaugen (SCHNURRBUSCH, 2007) und für den Weitertransport der Spermien verantwortlich sind (siehe Kapitel 2.1.4.).

So kann die spontane myometriale Aktivität während des Östrus durch Eberstimuli beeinflusst werden (LANGENDIJK et al., 2005). Bereits die Anwesenheit eines Ebers induziert die Freisetzung von Oxytocin, wodurch, insbesondere bei Sauen mit geringer spontaner myometrialer Aktivität, die Kontraktilität des Uterus stimuliert wird (LANGENDIJK et al., 2005; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006). Zervikale Stimulation während der Insemination scheint die uterine Aktivität ebenfalls zu stimulieren, allerdings nicht über eine Oxytocin-Freisetzung (LANGENDIJK et al., 2005). Auch im Seminalplasma enthaltene Östrogene haben über die Freisetzung von Prostaglandin einen Effekt auf die uterine Aktivität (CLAUS et al., 1987 und 1990; LANGENDIJK et al., 2005).

Während des Östrus laufen periodische Kontraktionswellen der Uterushörner mit einer Frequenz von 20-50 Kontraktionen in der Stunde und einer Dauer von 0,5-1 Minute ab. Die Richtung der Kontraktionswellen ändert sich und ist abhängig vom Östrusstadium. Die Intensität der Kontraktionen wird durch den Erregungszustand der Sau beeinflusst (KÖNIG et al., 1975), wobei es aber große individuelle Unterschiede in Frequenz und Amplituden der maximalen myometralen Kontraktionen zwischen den einzelnen Sauen gibt, die vermutlich auf unterschiedlichen Gewebe- und Plasmaspiegeln von Östrogen und Progesteron sowie der Konzentration an Östradiol-, Progesteron- und Oxytozin-Rezeptoren beruht (LANGENDIJK et al., 2005).

ZEROBIN (1968) beobachtete bei Untersuchungen *in vivo* an anästhesierten Sauen, sowie *in vitro* an Uterusstreifen regelmäßige und in hohem Maße gleichmäßig ablaufende Myometriumskontraktionen während des Östrus, die sowohl durch die intrauterine Infusion von Ebersperma als auch von Kochsalzlösung verstärkt wurden. Bereits die Einführung des Besamungskatheters bedingte eine Verstärkung der Uteruskontraktionen. Die Richtung der Kontraktionswellen war allerdings nur am zweiten Östrustag ausschließlich oder mehrheitlich zervikotubal. Am ersten oder dritten Östrustag konnten aber sowohl eine Oxytocin-Injektion als auch die intrauterine Infusion von Ebersperma ein vorübergehendes Auftreten von vermehrt zervikotubalen Kontraktionswellen induzieren. Im Gegensatz dazu führte die Injektion von Adrenalin zu einer einmaligen Kontraktion des Myometriums mit anschließender verschieden lange andauernder Erschlaffungsphase, die am zweiten Östrustag am längsten und im Interöstrus am kürzesten war. Am zweiten Östrustag kann eine Adrenalin-Injektion außerdem einen bleibenden Umkehrereffekt der gerichteten zervikotubalen Kontraktionswellen in tubozervikale bewirken, den auch die Injektion von Oxytocin nicht mehr rückgängig machen kann. ZEROBIN (1968) folgerte daraus, dass sowohl bei der künstlichen Besamung als auch beim natürlichen Deckakt alle Handlungen unterbleiben sollten, die zur Adrenalinausschüttung aus den Nebennieren führen, da durch die Umkehr der Kontraktionswellenrichtung des Myometriums der Spermientransport zu den Tuben unmöglich wird. Auch DÖCKE (1994) verweist darauf, dass durch das bei Angst-, Schreck- und Abwehrreaktionen vermehrt freigesetzte Adrenalin und Noradrenalin die Myometriumaktivität bei der Paarung und Besamung gehemmt wird. LANGENDIJK et al. (2002 b) konnten nachweisen, dass durch eine Infusion der β -Adrenergika Clenbuterol oder Cloprostenol vor der Insemination die uterine Aktivität erheblich reduziert wird, wodurch weniger Spermien den Ort der Befruchtung erreichen und die Befruchtungsrate geringer ist.

Während und rund um den Natursprung sind mehrere Stimuli involviert, die einen positiven Effekt auf die uterine Aktivität haben (LANGENDIJK et al., 2005) und vermutlich für den von PITKJANEA (1960) beschriebenen schnelleren Transport der Spermien durch den Uterus nach dem Natursprung im Vergleich zur KB verantwortlich sind (zitiert nach KÖNIG et al., 1975). Die hierbei wirkenden Stimuli umfassen zum einen die sensorischen, also die taktilen, olfaktorischen, visuellen und auditiven Stimuli und zum anderen die im Seminalplasma enthaltenen Stimuli (LANGENDIJK et al., 2005).

Die Stimulation durch den Deckakt führt zu einem starken Anstieg von Oxytocin und Prolaktin, während bei ungedeckten Sauen im Östrus die Spiegel der beiden Hormone niedrig sind. Allerdings ist die Plasmakonzentration von Oxytocin während des Deckaktes bei multiparen Sauen niedriger als bei Jungsaugen. An der Regulation der Oxytocin- und Prolaktin-Sekretion während des Deckaktes sind vermutlich opioide Peptide beteiligt. PGF_{2α} stimuliert die Sekretion der beiden Hormone (KOTWICA et al., 1995).

Die Anwesenheit eines Ebers allein bedingt schon einen Anstieg des Plasma-Oxytocin-Spiegels bei der Sau und führt zur Steigerung der Uterusaktivität (CLAUS und SCHAMS, 1990; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006). LANGENDIJK et al. (2003) beobachteten allerdings einen Anstieg der uterinen Aktivität nur bei Sauen, die eine durchschnittlich niedrige Frequenz der uterinen Kontraktionen aufwiesen. Dasselbe Phänomen beobachtete die Autorengruppe auch nach einer intramuskulären Injektion von Oxytocin. Auch die olfaktorische Stimulation mit 5α-Androstenon - einem der wichtigsten olfaktorischen Eberstimuli - kann zur Freisetzung von Oxytocin in gleicher Höhe wie beim natürlichen Deckakt führen. MATTIOLI et al. (1986) erzielte durch das Versprühen von 5α-Androstenon für 2 sec vor der Nase von 6 Sauen bei diesen einen 2- bis 10-fachen Anstieg an Oxytocin über eine Dauer von 8 Minuten. Infolge dessen kommt es vermutlich zu Uteruskontraktionen, die bei Sauen nach Eberkontakt von DÖCKE und WORCH (1963) (zitiert nach SOEDE, 1993) festgestellt wurden. LANGENDIJK et al. (2003) beschreiben eine Studie, bei der das Versprühen von 5α-Androstenon keine Oxytocin-Freisetzung verursacht und kaum einen Effekt auf die myometrale Aktivität zeigt. In dieser Studie waren die Sauen an regelmäßigen Eberkontakt (2x tägl.) gewöhnt. Die Autoren schließen daraus, dass die Gewöhnung an regelmäßigen Eberkontakt die Antwort auf einzelne Eberstimuli, wie z. B. die alleinige olfaktorische Stimulation, reduziert.

Wenn die Sauen während der KB nicht fixiert werden, können durch die Insemination ausgelöste Reize die Uterusmotilität positiv beeinflussen. Dieser Effekt ist allerdings nicht mehr nachweisbar, wenn die Sauen während der Insemination im Kastenstand fixiert werden. Die Klitorismassage führt bei fixierten Sauen zu einer einmaligen Uteruskontraktion, während der Rüsselscheibenkontakt zu einem vasetomierten Eber eine verlängerte kontraktile Aktivität bewirkt, die durch den Aufsprung des Ebers ansteigt und ihren Peak während des Deckaktes hat. Bei nicht fixierten Sauen

sind die Effekte der Eberstimuli höher und dauern länger als bei fixierten Sauen (DÖCKE und WORCH (1963), zitiert nach SOEDE, 1993).

Die taktile Stimulation an Rücken und Flanke der Sau ohne Eberanwesenheit induziert keine Oxytocinfreisetzung und zeigt kaum einen Effekt auf die uterine Aktivität (LANGENDIJK et al., 2003), obwohl sie das Duldungsverhalten hervorruft.

Der Effekt der taktilen Stimulation der Zervix wurde von verschiedenen Autoren untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass weder das Einführen eines Besamungskatheters oder die Manipulation eines transzervikalen Katheters eine Oxytocin-Freisetzung induzieren kann (CLAUS und SCHAMS, 1990; LANGENDIJK et al., 2003), noch eine sensorische Stimulation, wie beispielsweise die Klitorismassage, der Aufsprung des Ebers oder das Einführen des Katheters die uterine Aktivität beeinflusst (BOWER, R. E. (1987), zitiert nach LANGENDIJK et al., 2005). Allerdings führt LANGENDIJK et al. (2005) an, dass in letzterer Studie die Beobachtungszeit nur 10 Minuten nach der Behandlung betrug, was eventuell zu kurz ist, um einen Effekt zuverlässig einschätzen zu können.

Sowohl die intrauterine Infusion von Östrogen (CLAUS, 1990), als auch die von Prostaglandin (EINARSSON et al., 1975; LANGENDIJK et al., 2002 a) verursachten einen Anstieg der uterinen Motilität bei Sauen.

Bei zahlreichen Untersuchungen wurden Medikamente mit kontraktionsstimulierenden Wirkung auf die glatte Muskulatur dem Inseminat zugesetzt und deren Effekt auf Spermientransport und Fruchtbarkeitsleistungen geprüft. BAKER et al. (1968) erzielten durch den Zusatz von Carbacholin zum Inseminat bei 8 Sauen im Vergleich zu 8 Kontrolltieren einen signifikanten Anstieg der Spermienzahl im Ovidukt und der Anzahl an akzessorischen Spermien in der *Zona pellucida* jeweils 16 h p. ov., während der Zusatz von Oxytocin zum Inseminat keine eindeutigen Ergebnisse erbrachte. Bei anderen Untersuchungen hatte der Zusatz von Oxytocin zum Inseminat hingegen einen signifikanten Einfluss auf die Abferkelrate und die Wurfgröße (zusammengefasst durch SOEDE, 1993).

Für die Kontraktilität des Myometriums sind in wesentlichem Maße Östrogene verantwortlich. Ihre kontraktilitätsfördernde Wirkung resultiert aus der vermehrten Bereitstellung von Energiespendern, einem Anstieg des Membranpotentials der Muskelzellen, einer Zunahme der gap junctions (kanalartige Verbindungen im Bereich bestimmter Zellmembranareale über die die Muskelzellen elektrisch miteinander gekoppelt sind) sowie der Sensibilisierung α -adrenerger Rezeptoren für die kontrakti-

onsstimulierende Wirkung von Prostaglandinen. Mit der erhöhten Spontankontraktibilität geht daher eine verstärkte Ansprechbarkeit des Myometriums auf die kontraktionsfördernde Wirkung endo- und exogener Faktoren einher (JUNG, 1965), wobei die Paarung einen sehr starken Stimulus darstellt (DÖCKE, 1994). Der mechanische Reiz der Paarung, Pheromone und die im Ebersperma in größeren Mengen enthaltenen Östrogene stimulieren gemeinsam - über einen Anstieg der Oxytocin-Konzentration im Blut (CLAUS und SCHAMS, 1990) - die Kontraktionsaktivität des Myometriums der Sau (DÖCKE, 1994).

Die Stimulation der uterinen Kontraktibilität rund um die Insemination kann den Spermientransport zum Ovidukt verbessern. Wird allerdings die Kontraktibilität durch die Applikation von kontraktionsfördernden Medikamenten zu stark stimuliert, kann dies zur Obstruktion des Lumens des Genitaltraktes führen, was sich dann negativ auf den Spermientransport und die Befruchtungsrates auswirkt und den Spermarückfluss steigert (LANGENDIJK et al., 2005).

Eberanwesenheit während der Insemination ist ein durchführbarer und angemessener Weg zur Stimulation der Kontraktibilität, da dies die Oxytocin-Freisetzung bei allen Sauen effektiv steigert und so die Kontraktibilität selektiv bei Sauen mit niedriger spontaner uterinen Aktivität gesteigert wird (LANGENDIJK et al., 2005). Durch einen Eber, der auf dem Stallgang an den Köpfen der zu besamenden Sauen aufgestellt wird, werden die Sauen olfaktorisch, visuell und akustisch stimuliert (SCHNURRBUSCH, 2007).

Beim Schwein wird die Ovulation durch den Deckakt beschleunigt. Wie bei vielen Spezies mit spontaner Ovulation beeinflussen Deckstimuli ovulationsassoziierte Prozesse, indem olfaktorische, visuelle, taktile oder akustische Stimuli eine wichtige Rolle bei der nervösen und hormonellen Ereignissen unterliegenden Ovulation spielen. Vermutlich wird bei spontan ovulierenden Spezies die Ovulation zeitweilig induziert, um die Reproduktionseffektivität zu erhöhen (JÖCHLE, 1975). Die vom Eber ausgehenden Stimuli beeinflussen bei der Sau offensichtlich sowohl den LH-Anstieg, als auch den Ovulationsprozess (SOEDE, 1993). Durch die Anwesenheit eines Ebers sind bei den Sauen die LH-Konzentrationen zum Zeitpunkt der Duldung bereits sig. höher als bei Kontrolltieren ohne Eberkontakt (CLAUS, 1989).

KIRSCH et al. (1985) verglichen den Verlauf der LH-Konzentration im Blut von Jungsau (JS), die entweder im Natursprung (NS) oder mittels KB belegt wurden, mit unbelegten JS (Kontrollgruppe), bei denen der Aufsprung des Ebers zwar erlaubt,

aber die *Immissio penis* verhindert wurde. Die Ergebnisse zeigen keinen Unterschied der mittleren LH-Konzentration zwischen den drei Gruppen. Allerdings wird der prä-ovulatorische LH-Peak bei der NS- und KB-Gruppe früher erreicht als bei der Kontrollgruppe. Dies lässt den Schluss zu, dass die Stimulation neuronaler Komponenten in der Beckenregion (klitorale oder zervikale Stimulation) eine sofortige LH-Freisetzung (KIRSCH et al., 1985) und somit eine Vorverlegung bzw. Beschleunigung der Ovulation bewirken.

Das Vorspiel zur Paarung, besonders das Stoßen in die Flanken, kann die Reproduktionsergebnisse verbessern, aber nur, wenn die Sau an sozialen Kontakt gewöhnt ist (LADEWIG, 1982). HEMSWORTH et al. (1978) erzielten bei Sauen, die nach dem Absetzen paarweise gehalten wurden, einen signifikanten Anstieg von Konzeptionsrate und Wurfgröße, wenn die Sauen vor der KB zwei Minuten lang von einem Eber umworben wurden. Wurden die Sauen nach dem Absetzen allerdings einzeln aufgestellt, so wirkte sich das Werbungsverhalten des Ebers vor der KB negativ auf die Fruchtbarkeitsleistungen der Sauen aus.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass externale Eberstimulation, wie olfaktorische und taktile Stimulation, den Duldungsreflex hervorrufen und vermutlich über einen Anstieg des Oxytocin-Spiegels den Spermientransport stimulieren. Außerdem stimuliert der steigende Oxytocin-Spiegel vermutlich den Ovulationsprozess. Internale Stimulation, wie taktile Stimulation durch den Penis sowie das Ejakulat-Volumen und Östrogene im Seminalplasma stimulieren vermutlich den Spermientransport durch Anstieg des Oxytocin-Spiegels und des $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Spiegels und stimulieren vermutlich auch den Prozess der Ovulation durch den Anstieg des $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Spiegels (SOEDE, 1993).

2.2.2.3. Stimuliereber

Verantwortlich für die Stimulationswirkung des Ebers sind die von ihm ausgehenden visuellen, olfaktorischen, auditiven und taktilen Schlüsselreize, die kumulativ wirken (SCHENK, 1967; SIGNORET, 1970 c; KÖNIG et al., 1972; HUGHES et al., 1990; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; HÜHN, 2007), wobei den olfaktorischen Stimuli, auch wegen des gut ausgebildeten Geruchssinnes der Schweine, eine besondere Bedeutung zugeschrieben wird (KÖNIG et al., 1972; CLAUS, 1994; HÜHN, 2007). Nur 40-60 % der östrischen Sauen zeigen den Duldungsreflex, wenn

sie in Abwesenheit eines Ebers getestet werden (siehe Kapitel 2.1.2.2). Vom Eber ausgehende Stimuli sind verantwortlich für eine Steigerung der Rate auf 100 %, wenn unter Eberanwesenheit getestet wird (SIGNORET und DU MESNIL DU BUISSON, 1961 zitiert nach SIGNORET, 1970).

Die einzelnen vom Eber ausgehenden Stimuli und ihre Bedeutung für die Auslösung des Duldungsreflexes bei der Sau wurden von der Arbeitsgruppe um SIGNORET sehr ausführlich untersucht (SIGNORET, 1970 b, 1970 c, 1971 und 1972) und durch die Versuche von KÖNIG et al. (1972) bestätigt. Durch die Anwendung von olfaktorischen und auditiven Stimuli bei 757 Sauen konnte SIGNORET (1970 c) den Anteil östrischer Sauen mit Duldungsreflex ohne Eberanwesenheit von 60 auf 90 % steigern. Die zusätzliche Anwendung von visuellen und taktilen Eberstimuli zu den olfaktorischen führt zu einem weiteren Anstieg der Sauen mit Duldungsreflex von 90 auf 97 bzw. 93 %. Bei der einzelnen Untersuchung der kumulativ wirkenden auditiven und olfaktorischen Stimuli zeigten 50 % der östrischen Sauen, die ohne Eberanwesenheit keinen Duldungsreflex zeigten, diesen bei der Anwendung der auditiven Stimuli durch das Abspielen der Eberlaute von einer Kassette (SIGNORET, 1970 b, 1970 c und 1972), wobei die kontinuierliche Wiederholung einer kurzen Sequenz der charakteristischen Grunzlaute genauso effizient war, wie der gesamte „Minnegesang“. Eine Reduktion des Rhythmus um die Hälfte reduziert hingegen die Effizienz des Signals. Für die Stimulationswirkung sind sowohl der Rhythmus als auch die Frequenz der Ebergrunzlaute von Bedeutung (SIGNORET, 1970 b und 1972).

60 % der ohne Eber negativ reagierenden Sauen zeigen den Duldungsreflex, wenn die BK in der Eberbucht (ohne Eber) erfolgt (SIGNORET, 1970 c und 1972), also nur die olfaktorischen Stimuli auf die Sau einwirken. Hierbei ist der Geruch von gesamtem und auf Körpertemperatur erwärmtem Präputialsekret genauso effektiv wie der Geruch des Ebers selbst (SIGNORET, 1970 b). Auch SIGNORET und BARITEAU (1975) zeigten die Wichtigkeit des olfaktorischen Stimulus. Bei ca. 50 % der Sauen mit negativer Antwort auf die Rückendruckprobe gelang ihnen die Auslösung des Duldungsreflexes nach dem Versprühen von 16-Androstenonen vor der Nase der Sauen; ohne negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit.

GERRITSEN et al. (2005) verglichen den Effekt verschiedener Eberstimuli auf das Duldungsverhalten von Sauen. Bei dieser Untersuchung erfolgte die BK durch Rückendruckprobe nach manueller Stimulation zunächst unter Anwesenheit eines Roboter-Ebers (ohne zusätzliche Stimuli oder mit zusätzlicher auditiver oder auditiver

und olfaktorischer Stimulation) vor den Köpfen der Sauen und 30 Minuten später nochmals unter Eberanwesenheit. Nur etwa $\frac{1}{3}$ der Sauen, die unter Eberanwesenheit den Duldungsreflex zeigten, reagierten in gleicher Weise unter Verwendung des Roboter-Ebers, wobei insbesondere bei Sauen mit kurzer oder mittlerer Östrusdauer die Östrusedektionsrate mittels Roboter-Eber geringer war als bei Sauen mit langer Östrusdauer.

LANGENDIJK et al. (2000 a) ermittelten in Abhängigkeit vom Stimulierungsgrad während der BK einen unterschiedlich hohen Anteil an Sauen, die den Duldungsreflex zeigten. Von 117 Sauen, bei denen die Ovulation mittels Ultrasonographie überprüft wurde, zeigten 46 % den Duldungsreflex unter Nachahmung der taktilen Eberstimuli (Flankenstoß, Reiben des Rückens, Rückendruck) ohne Eberanwesenheit. 56 % der Sauen zeigten einen spontanen Duldungsreflex bei Anwesenheit des Ebers. Dieser Anteil erhöhte sich auf 90 %, wenn unter Eberanwesenheit die Rückendruckprobe durchgeführt wurde. Erfolgte die BK nach fünfminütigem Aufenthalt einer Gruppe von je vier Sauen in einer 4,5 x 4,8 m großen Bucht, an die vier Eberbuchten angrenzten, so konnte durch die Rückendruckprobe bei 97 % der Sauen der Duldungsreflex ausgelöst werden.

Zwischen einzelnen Ebern gibt es Unterschiede in ihrer stimulativen Wirkung (SOEDE, 1993). Bereits GRAUVOGEL (1958) stellte fest, dass es zwischen verschiedenen Ebern, auch zwischen Wurfgeschwistern, starke Unterschiede in der sexuellen Reaktionsstärke des Ebers gibt, die sich v. a. in der Intensität und Dauer des Vorspiels und in dem Verhalten *post coitum* äußert. HUGHES et al. (1985) zeigten, dass der Stimulationswert eines Ebers von dessen Alter abhängt. Die sexuelle Bereitschaft und Empfänglichkeit von JS stieg an, wenn zur Stimulation mit 6-7 Monate alten Ebern noch olfaktorische und auditive Stimuli hinzugefügt wurden. Bei 9-10 Monate alten Ebern konnte durch das zusätzliche Abspielen des „Minnegesanges“ bzw. das Umbinden einer mit Eber-Pheromonen getränkten Binde keine Steigerung der Stimulationswirkung mehr erzielt werden. Besonders zwischen den jungen Ebern fielen signifikante Unterschiede im Grad des Werbungsverhaltens der Eber, aber auch der Sauen auf. Während des Werbungsverhaltens wurde bei den älteren Ebern signifikant häufiger Patschen und naso-genitaler Kontakt zur Sau beobachtet als bei den jüngeren Ebern. Im Gegensatz dazu zeigte sich ein Rückgang des Werbungsverhaltens der Sauen und eine Abnahme der von der Sau ausgehenden Rüsselscheibenkontakte mit älteren Ebern. Aus den Ergebnissen schließen die

Autoren, dass junge postpubertale Eber vermutlich noch Defizite hinsichtlich der auditiven und olfaktorischen Stimulation von Sauen aufweisen und somit einen geringeren Stimulationsgrad besitzen als ältere Eber, was sich ungünstig auf den Deckerfolg auswirken kann. Auch VAN ENGEL und SCHEEPENS (2006) empfehlen als Stimuliereber nur Eber einzusetzen, die mindestens 8-9 Monate alt sind. Auf der anderen Seite sollten als Stimuliereber aber nur sexuell aktive junge Tiere eingesetzt werden, da ältere (über 4 Jahre) und inaktive Eber auch bei Haltung auf engem Raum kaum in der Lage sind, mehrere Sauen ausreichend zu stimulieren (MUSSLICK, 2000; MUSSLICK und HOY, 2000; MUSSLICK et al., 2000; WÄHNER und HOY, 2009). Aber auch Eber desselben Alters haben unter Umständen unterschiedliche Libido (zusammengefasst durch WODZICKA-TOMASZEWSKA et al., 1981), die vermutlich zu einem unterschiedlichen stimulativen Wert der Eber führt (SOEDE, 1993). HUGHES et al. (1990) diskutieren im Zusammenhang mit dem unterschiedlichen stimulativen Wert sexuell reifer Eber eine unterschiedlich stark ausgebildete Libido oder einen unterschiedlichen Grad der Pheromonfreisetzung. Damit die Libido der Eber erhalten bleibt, empfehlen VAN ENGEL und SCHEEPENS (2006) die Tiere alle 2 Wochen einmal im Natursprung einzusetzen.

Über den relativen stimulativen Wert von reifen Ebern (9 Monate und älter) mit verschiedenen Pheromon-Konzentrationen im Blut oder Speichel ist nur wenig bekannt (HUGHES et al., 1990). BOOTH (1987) verglich die stimulative Fähigkeit von Large White- und Göttinger Minipig Ebern, da bekannt ist, dass Göttinger Eber eine 10- bis 20-fach höhere Konzentration an Pheromonen im Speichel aufweisen als die meisten Hausschwein-Eber (BOOTH, 1984 und 1987). Die Ergebnisse zeigen, dass Göttinger Minipig Eber trotz ihrer geringen Größe mindestens genau so gut die Pubertät bei JS stimulieren können wie Hausschwein-Eber und somit die Körpergröße allein kein wichtiger Faktor zur Stimulation der Pubertät ist. Der „Ebereffekt“ hängt vielmehr vom sexuellen Reifegrad des Ebers ab. In der *Glandula (Gl.) submandibularis* der Minipig Eber wurden nach der Schlachtung viel größere Mengen an 3α -Androstenol (158 $\mu\text{g/g}$) und 5α -Androstenon (10,4 $\mu\text{g/g}$) nachgewiesen als in denen der Large White Eber (6,49 $\mu\text{g/g}$ 3α -Androstenol und 0,44 $\mu\text{g/g}$ 5α -Androstenon). Obwohl 3α -Androstenol nur ein Faktor der Stimuli, die zum Eber-Effekt führen, ist, kann der hohe Gehalt an Pheromonen in der *Gl. submandibularis* der Minipi Eber einen mit der geringen Körpergröße verbundenen geringeren Effekt anderer Stimuli kompensieren (BOOTH, 1987). Übereinstimmend mit diesen Ergebnissen ermittelten

PEARCE et al. (1988) eine schlechtere Stimulationsleistung für Eber, deren Speichel während des Kontaktes zu einer rauschigen Sau geringere Konzentrationen an 16-Androstenonen (3α -Androstenol und 5α -Androstenon) aufwiesen als für Eber mit hohen Androstenon-Konzentrationen im Speichel während des Patschens. Die Autoren konnten aber auch nachweisen, dass trotz der wichtigen Rolle, die die aus der *Gl. submandibularis* des Ebers beim Patschen freigesetzten 16-Androstenon-Pheromone für die sexuelle Stimulation spielen, selbst Eberkontakt in Abwesenheit von 16-Androstenonen (sialektomierte Eber) den Pubertätseintritt von JS noch besser stimulierten als gar kein Eberkontakt. Allerdings zeigt der tägliche Eberkontakt keinen Einfluss auf das Pubertätsalter der Sauen, wenn bei diesen das Riechvermögen durch operative Entfernung des *Bulbus olfactorius* ausgeschaltet wurde (KIRKWOOD et al., 1981).

Unabhängig von der unterschiedlichen Stimulationswirkung verschiedener Eber gibt es aber auch Hinweise darauf, dass sowohl Eber als auch Sauen verschiedenartige Vorlieben bezüglich des Partners zeigen (HODGSON, 1935; TANIDA et al., 1991). Fremde Sauen scheinen für Eber generell attraktiver zu sein als bekannte Sauen bzw. Wurfgeschwister (HODGSON, 1935). Bei einer videodokumentierten Untersuchung des Sexualverhaltens ordneten TANIDA et al. (1991) zwei Ebergruppen, bestehend aus je drei Duroc-Ebern eines Wurfs, jeweils für eine Zeitdauer von 48 h nacheinander insgesamt vier Sauengruppen (8 Kreuzungssauen mit induziertem Östrus) einmal zu. Zusammenfassend stellten die Autoren fest, dass die Zeitdauer für das Werbungsverhalten zu den einzelnen Sauen zwischen den einzelnen Ebern signifikant variiert und die Eber mehr Zeit zum Umwerben einiger spezieller Sauen verbringen und auch die Kopulationsfrequenz mit diesen Sauen höher ist. Beide Geschlechter selektieren bestimmte Deckpartner.

BROOKS und COLE (1970) zeigten, dass ein wöchentlicher Wechsel von 2 Ebern die Pubertät bei JS effektiver stimulierte als der Kontakt zu nur einem Eber. KIRKWOOD (1980) (zitiert nach HUGHES et al., 1990) ermittelte eine geringe Differenz in der Effizienz des Ebereffektes, wenn nur ein bzw. zwei Eber an verschiedenen Tagen benutzt werden. VAN LUNEN und AHERNE (1987) hingegen zeigen, dass der stimulative Wert des Ebereffektes bei Verwendung einer Gruppe von Ebern sinkt, im Vergleich mit der Effizienz des Kontaktes zu nur einem Eber. Sie vermuten, dass die Interaktion, die zwischen den Ebern bei der gleichzeitigen Aufstallung mehrerer Eber mit den Jungsauen beobachtet wurde, die Jungsauen ängstigen kann,

was zur Meidung der Eber oder einer geringeren Frequenz an Sau-Eber-Interaktionen führen kann.

Werden mehrere Stimuliereber gleichzeitig eingesetzt, so stimulieren diese sich gegenseitig (VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006). HEMSWORTH et al. (1991) beobachteten eine größere Anzahl an direkt auf die Sau gerichtetem Werbungsverhalten des Ebers, wenn während des Deckaktes andere Eber in direkter Nachbarschaft anwesend waren; dies kann mit einer höheren Wurfgröße assoziiert sein. Die Autoren ermittelten für JS, die zur täglichen BK mittels Rückendrucktest sowie zur Belegung in eine 3 x 3 m große Arena verbracht wurden, die an zwei gegenüberliegenden Seiten jeweils an drei Eberbuchten (reife und präpubertale Eber) angrenzte, eine signifikant größere Wurfgröße sowie eine tendenziell höhere Abferkelrate im Vergleich zu JS, bei denen BK und Deckakt in der Eberbucht erfolgten. Bei Altsauen konnte kein Unterschied der Fruchtbarkeitsleistungen bezüglich beider Decksysteme festgestellt werden.

JONGMAN et al. (1996) beobachteten eine Verlängerung des Östrus durch die Stimulation mit mehreren Ebern. LANGENDIJK et al. (2000 a) stellten fest, dass die Östruslänge durch die Anzahl der Eberkontakte beeinflusst wird. Für Sauen mit einem hohen Grad an Eberkontakten ermittelte die Autorengruppe bei der BK mittels Rückendruckprobe unter Eberanwesenheit eine signifikant kürzere mittlere Östrusdauer als für Sauen mit einem geringen Grad an Eberkontakten.

BROOKS und COLE (1970) ermittelten eine bessere Stimulation des Pubertätsbeginns von JS, wenn täglich für 30 min jeweils 2 Eber zu der Sauengruppe gestallt wurden und wöchentlich zwischen zwei Eberpaaren gewechselt wurde im Vergleich zur Stimulation mit nur einem und immer dem selben Eber. Allerdings wurde bei dieser Untersuchung versehentlich ein Eber in direkter Nachbarschaft zur Sauengruppe mit wechselndem Eberkontakt aufgestallt, so dass nicht ganz sicher ist, ob die gute Stimulation des Pubertätsbeginnes auf die Stimulation durch mehrere und verschiedene Eber oder den dauerhaften Eberkontakt oder beides zurückzuführen ist.

Unabhängig davon, ob duldungs- oder terminorientiert besamt wird, spielt die sexuelle Stimulation der Sauen durch den Eber eine entscheidende Rolle bei der Ausprägung der Östren sowie im Hinblick auf die erzielten Befruchtungsergebnisse und Abferkelleistungen der besamten Sauen. Die unmittelbare Präsenz des Stimulierebers wirkt auf die Sauen fortpflanzungsphysiologisch anregend, sofern diese im an-

paarungsnahen Zeitraum Sicht-, Hör-, und Riechkontakt zum Eber haben (BEDDIES und HÜHN, 2001).

Bei einer rauschenden Sau lässt sich der Duldungsreflex nicht kontinuierlich auslösen. Die Phase der höchsten Stimulationsstufe tritt intervallartig mit einem 15-minütigen Erregungsgipfel auf. Diese Phase ist für die Rauschekontrolle und für die Besamung zu nutzen. Der Eber muss daher so vor den Sauen fixiert werden, dass die Schlüsselreize nur auf jene Sauen wirken, die gerade kontrolliert oder besamt werden (BRÜNINGHOFF, 2002). Bewährt hat sich hierfür die Unterteilung des Eberlaufganges durch selbstschließende Türen, damit der Eber während der Brunstdiagnose und/oder Insemination vor jeweils einer Sauengruppe platziert werden kann (VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006). Dabei erlaubt eine Mindestbreite des Eberlaufganges von 1,35 m dem Eber ein Umdrehen im Eberlaufgang und somit eine gleichmäßig gute Stimulation aller Sauen, - vor denen er fixiert ist - mittels Rüsselscheibenkontakt (FELLER, 1999 und 2000 a; PÜTTGEN, 2001).

Eine Untersuchung von MAH et al. (1985) an 80 Jungsauen zum Einfluss zusätzlicher sexueller Stimulation auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter ergab eine Steigerung der Befruchtungsrate von 84 auf 100 %, wenn die Sauen nach der Paarung mit einem fertilen Eber für 15 Minuten in die Bucht zu einem vasktomierten Eber verbracht wurden. Aus den Ergebnissen der Untersuchung wird ein positiver Effekt der zusätzlichen kopulatorischen Stimuli des zweiten Ebers auf die Befruchtungsrate abgeleitet.

2.2.2.4. Pheromone

Als Pheromone werden Substanzen bezeichnet, die von einem Individuum nach außen abgegeben werden und nach Aufnahme durch ein anderes Individuum derselben Spezies bei diesem spezifische Reaktionen auslösen (KARLSON und LÜSCHER, 1959; CLAUS, 1979 und 1994). Diese Kommunikation durch chemische Stoffe ist die phylogenetisch älteste Form der Informationsübertragung, die bereits dem Ureinzelner zur Verfügung stand. Im Verlauf der Evolution, mit dem Entstehen hoch entwickelter Vielzeller, bildeten sich hieraus spezialisierte Formen der chemischen Koordination, die als Hormone zunächst die Koordination von Zellen und Organen innerhalb eines Organismus übernahmen. Mit fortschreitender Evolution entstanden auch Formen der chemischen Koordination, die nicht mehr an ein wässriges Transportmedium gebunden sind, sondern Luft als Überträgermedium nutzen.

Für diese Substanzen schlugen KARLSON und LÜSCHER (1959) zur Abgrenzung gegenüber den Hormonen den Begriff „Pheromone“ vor, den sie aus den griechischen Bezeichnungen „*pherein*“ für Übertragen und „*hormōn*“ für Erregen ableiteten. Während also Hormone zur interzellulären Organisation beitragen, stellen Pheromone ebenso definierte Beziehungen sozialer Art zwischen Individuen her (KARLSON, 1960).

Die Aufnahme der Pheromone erfolgt bei allen Säugetieren über die Geruchsorgane (CLAUS, 1979 und 1994). Beim Empfänger können die Pheromone sowohl spezifische Verhaltensweisen als auch hormonelle Reaktionen auslösen. Diese Reaktion auf die Pheromone ist immer angeboren. Pheromone spielen bei den Säugetieren v. a. im Reproduktionsgeschehen eine Rolle und unterstützen hier steuernd das für die Arterhaltung wichtige Prinzip der saisonalen Reproduktion, wobei sie beim Sexualverhalten aber nicht mehr nur das einzige Signal darstellen, das Verhaltensreaktionen zwischen Individuen auslöst; visuelle, akustische und taktile Signale wirken regulierend mit (CLAUS, 1994). Durch die Sexualpheromone werden beim Empfänger als Antwort die Anziehungskraft zum Sender hin und das Sexualverhalten ausgelöst (WILSON und BOSSERT, 1963). Bei Sauen bewirken die Eberpheromone, dass die erhöhte Bewegungsaktivität, also das ungerichtete Suchen proöstrischer und östrischer Sauen in Richtung Eber zielgerichtet wird (CLAUS, 1994).

Die Pheromone des Ebers stellen eine Mischung der Steroide 3 α -Androstenol (5 α -Androst-16-en-3 α -ol), das einen intensiven Moschusgeruch aufweist, 3 β -Androstenol (5 α -Androst-16-en-3 β -ol), mit einem schwachen Moschusgeruch, und Androstenon (5 α -Androst-16-en-3-on), das einen schwachen urinartigen Geruch hat und in erster Linie den typischen Geschlechtsgeruch erwachsener Eber bedingt, dar (CLAUS, 1979 und 1994; SCHNURRBUSCH, 2001). Trotz der engen chemischen Verwandtschaft zu den Androgenen haben diese Verbindungen keine hormonale Wirkung im Ursprungsorganismus (CLAUS, 1979). 3 α - und 3 β -Androstenol wurden bereits 1944 von PRELOG und RUZICKA aus Eberhoden isoliert und identifiziert, ohne dass ihnen damals eine Funktion zugewiesen werden konnte. SINK (1967) diskutierte die beiden moschusartig riechenden Steroide schließlich im Zusammenhang mit dem Ebergeschlechtsgeruch und seiner Wirkung als Pheromon. Androstenon wurde 1968 von Patterson (PATTERSON, 1968 a und 1968 b) aus dem Fettgewebe von Ebern isoliert sowie in den Speicheldrüsen nachgewiesen und von REED et al. (1974) mit den olfaktorischen Stimuli des Ebers in Verbindung gebracht.

Da Pheromone bei Säugern fast ausschließlich Feinsteuerungsaufgaben im Rahmen des Reproduktionsgeschehens übernehmen, liegt nahe, dass ihre Bildung auch durch die Keimdrüsen kontrolliert wird (CLAUS, 1994). In den Hoden des Ebers werden Androstadienon und 5 α -Androstenon als Vorstufen verschiedener 16-Androstene gebildet (GOWER, 1972), die dann als Pheromone der sexuellen Stimulation der weiblichen Tiere dienen (DÖCKE, 1994; SCHNURRBUSCH, 2001) und für den typischen (für den Menschen unangenehmen) Geruch des Eberfleisches verantwortlich sind (DÖCKE, 1994). Die wichtigste dieser Substanzen ist das Androstenon (5 α -Androst-16-en-3-on), das sowohl im Hoden als auch in den Speicheldrüsen in α - und β -Androstenol umgewandelt werden kann (SCHNURRBUSCH, 2001). Die Ebergeruchsstoffe werden vom Hoden über die *Vena spermatica* in großen Mengen abgegeben. Ein wesentlicher Anteil des Androstenons sowie von α - und β -Androstenol wird zu den Speicheldrüsen (v. a. *Glandula mandibularis*) transportiert und dort angereichert. In den Speicheldrüsen erfolgt auch die Umwandlung von Androstenon in α - und β -Androstenol. Die mit dem Speichel ausgeschiedenen Pheromone sind von wesentlicher Bedeutung für die Stimulation der Sau während der Paarung (CLAUS, 1979; SCHNURRBUSCH, 2001).

Während des Werbungsverhaltens des Ebers erfolgt die Freisetzung der Eberpheromone zum einen über die Speicheldrüsen, indem beim Patschen des Ebers ruckartige Kaubewegungen im Zusammenhang mit dem präkopulatorischen Verhalten eine vermehrte Sekretion des pheromonhaltigen Speichels, insbesondere aus der *Gl. mandibularis*, einleiten und durch das Schaumigschlagen des Speichels eine große Oberfläche zur Abgabe der Geruchsstoffe an die Luft entstehen lassen, und zum anderen über den Präputialbeutelinhalt, indem durch häufiges Urinieren Urin vermischt mit dem Inhalt des Präputialbeutels in der Umgebung der Sau abgesetzt wird (SIGNORET, 1970 c; KÖNIG et al., 1972; CLAUS, 1994). Zusätzlich können die Pheromone beim Eber auch über die Schweißdrüsen abgegeben werden, die (wenn auch mit zunehmendem Alter in immer geringerer Anzahl) über die gesamte Körperoberfläche verteilt sind und damit ebenfalls das Prinzip der großen Oberfläche sichern. Dies ist vorrangig für jene Effekte von Bedeutung, die durch die Präsenz des Ebers ausgelöst werden (CLAUS, 1994; HABERMEHL, 1996).

Da die chemische Struktur der Eberpheromone bekannt ist und synthetische Substanzen verfügbar sind, werden diese auch im Rahmen der KB in Sprayform zur Auslösung des Duldungsreflexes und zur Brunstdiagnose eingesetzt, wenn auf die

Anwesenheit eines Ebers verzichtet werden soll (MELROSE et al., 1971). Pheromone spielen eine wichtige Rolle bei der sexuellen Stimulation von Sauen. Beim Schwein kann durch die alleinige Applikation von Eberpheromonen das A-Ö-I und die Östrusdauer verkürzt, die Intensität des Östrusverhaltens verstärkt und der Immobilisierungsreflex der Sau früher ausgelöst werden (HILLYER, 1976; CLAUS, 1994). Die relative Bedeutung der einzelnen Geruchssteroide für die Auslösung des Duldrungsreflexes wurde von MELROSE et al. (1971) und REED et al. (1974) überprüft. Dabei erwies sich Androstenon als die wirksamste Komponente des Geruchsspektrums, obwohl (konzentrationsabhängig) auch 3 α -Androstenol nahezu gleich wirksam war.

Das natürlicherweise in den Speicheldrüsen der Eber vorliegende Spektrum der verschiedenen Pheromone stammt zunächst direkt aus den Hoden. Allerdings kann nur Androstenon aufgrund seiner Lipophilie in hohen Mengen im Fettgewebe gespeichert werden. Durch die reduzierende Fähigkeit der Speicheldrüsen können diese aus der „Speicherform“ aber das Duftspektrum wieder ergänzen, so dass durch eine individuelle, quantitativ unterschiedliche Reduktion von Androstenon in den Speicheldrüsen ein individuelles Duftspektrum entsteht (CLAUS, 1979).

Die Zusammensetzung der Pheromone als eine Mischung verschiedener Substanzen dient beim Säugetier dem Signalisieren der Individualität. Für die Bedeutung der individuellen Mischungen sprechen Gewöhnungseffekte weiblicher Tiere an männliche Pheromone, die nach Wechsel des Männchens bzw. des Geruchsspektrums wieder aufgehoben werden, wie sie von Nagern bekannt sind (WHITTEN, 1958 zitiert nach CLAUS, 1979; COOPER und HAYNES, 1967; PURVIS et al., 1971), aber auch bei der Pubertätsinduktion von Jungsaunen beschrieben wurden (CLAUS, 1994). Die Mechanismen, die zur individuellen Mischung ansonsten gleicher Substanzen führen, sind beim Eber weitgehend bekannt. Bereits bei der Synthese im Hoden entstehen unterschiedliche Relationen der drei relevanten Δ -16-Steroide (3 α -Androstenol, 3 β -Androstenol, Androstenon). Zusätzlich haben die Speicheldrüsen des Ebers die Fähigkeit, das Mischungsverhältnis individuell weiter zu modifizieren, indem das 3-Keto-Steroid (Androstenon) zu den Moschussteroiden (3 α - und 3 β -Androstenol) reduziert wird (CLAUS, 1994). Standardisierte Inkubationsstudien ergaben, dass aus Androstenon, wenn es Drüsenhomogenaten zugesetzt wird, jeweils unterschiedliche Mischungsverhältnisse entstehen (CLAUS, 1979).

Sauen in Gruppenhaltung, egal ob mit oder ohne Eber, zeigen im Gegensatz zu Sauen in Einzelhaltung eine starke Synchronität der Östruszyklen. PEDERSEN (2007) vermutet, dass diese Synchronität auf Pheromone der Sauen zurückzuführen ist, die in Kombination mit sozialen Stimuli - wie Aufspringen, Flankenstöße usw. - eventuell den Östruszyklus beeinflussen. Solche Verhaltensstimuli scheinen einen synchronisierenden Effekt auf die Gruppe zu haben.

Im Gegensatz zu Insekten, die neben den Rezeptoren für allgemeine Duftstoffe noch spezielle Rezeptoren für Sexualhormone besitzen, sind solche auf Pheromone spezialisierte Rezeptoren im olfaktorischen Epithel der Säugetiere nicht nachgewiesen. Die Entschlüsselung und Verarbeitung von Pheromonreizen erfolgt erst in den *Bulbi olfactorii* (MACLEOD et al., 1979; CLAUS, 1994). Die Mitralzellen des Bulbus senden ihre Axone über den *Tractus olfactorius lateralis* in den olfaktorischen Cortex (Riechrinde), der mit verschiedenen Bereichen des ZNS in Verbindung steht, die grundsätzlich Bedeutung für die Gonadotropinfreisetzung haben, insbesondere auch mit dem kaudalen und medialen Hypothalamus (CLAUS, 1994). Die chirurgische Entfernung des *Bulbus olfactorius* hat bei der Sau drastische Auswirkungen auf den Zyklus. Sie bewirkt eine Hemmung der Gonadotropin-Freisetzung aus der Hypophyse, was zur Afunktion der Ovarien mit Anöstrie und hochgradiger Uterusinvolution führt (SIGNORET, 1969).

Beim Säuger können Pheromone zwar hochspezifische Effekte auslösen, doch werden diese generell durch visuelle und akustische Signale ergänzt (CLAUS, 1994).

2.3. Künstliche Besamung beim Schwein

Die Künstliche Besamung (KB) stellt das älteste, wirtschaftlich wichtigste und am weitesten verbreitete biotechnische Verfahren der Reproduktionssteuerung beim landwirtschaftlichen Nutztier dar (WÄHNER und HOY, 2009) und hat sich in den letzten Jahren zu einer unerlässlichen und äußerst praktikablen Biotechnologie entwickelt (WABERSKI, 2005). Bei der KB wird konserviertes Spermia genetisch wertvoller Vatiertiere instrumentell in das Genital weiblicher Zuchttiere eingebracht, wo es dann auf natürliche Weise zur Befruchtung kommt (WABERSKI, 2005). Je nachdem, wo das Spermia im weiblichen Genitaltrakt deponiert wird, unterscheidet man zwischen der intrazervikalen, intrauterinen und tiefintrauterinen Besamung (LANGENDIJK et al., 2005; WÄHNER und HOY, 2009). Dabei stellt die intrazervikale

Besamung das klassische und nach wie vor überwiegend angewendete Verfahren dar, bei dem das Sperma nach Fixierung des Katheters in der Zervix, im letzten Drittel der Zervix deponiert wird (WÄHNER und HOY, 2009). Bei der intrauterinen bzw. tiefintrauterinen Besamung wird das Sperma über einen dünnen Katheter durch die Zervix hindurch direkt im Uteruskörper bzw. im kranialen Teil eines Uterushornes abgesetzt, mit dem Ziel, den Weg des Spermientransportes im weiblichen Genitaltrakt zu verkürzen und die Überlebensrate der Spermien zu erhöhen, wodurch die benötigte Spermienzahl je Besamungsdosis reduziert und das Befruchtungsergebnis verbessert werden soll. Für die Durchführung sind verschiedene Modelle an Intrauterinkathetern, mit oder ohne Innenkatheter, im Handel erhältlich. Diese Sonderformen der KB haben aber wegen der höheren Kosten und aufwändigeren Handhabung sowie der schlechten bis unmöglichen Anwendbarkeit bei jüngeren Sauen in der Praxis bisher kaum Verbreitung gefunden (MALLON et al., 2004; STÄHR et al., 2004; NIGGEMEYER, 2004 und 2005; SCHUMANN, 2005; SCHNURRBUSCH, 2007; SPITSCHAK, 2007; WÄHNER und HOY, 2009). Im Weiteren wird daher unter der Bezeichnung KB immer die intrazervikale Besamung verstanden.

2.3.1. Durchführung der künstlichen Besamung

Für die KB beim Schwein wird i. d. R. Flüssigsperma verwendet, das, in Tuben oder Beutel abgefüllt, dunkel und bei Temperaturen von 15-17 °C aufbewahrt wird und innerhalb von drei Tagen nach der Gewinnung einzusetzen ist. Da die Spermien sehr temperaturempfindlich sind, darf während der Lagerung des Spermas keine Abkühlung unter 15 °C erfolgen (SCHNURRBUSCH, 2007). Nach Auslösung des Duldsreflexes der Sau (siehe Kapitel 2.2.2.2.) und trockener Reinigung der Vulva wird der mit einigen Tropfen Sperma oder Gleitgel benässte Besamungskatheter durch die gespreizten Schamlippen zunächst in dorso-kranialer Richtung in das *Vestibulum vaginae* eingeführt und anschließend in eher waagerechter Position an der dorsalen Vaginalwand entlang bis zur Zervix geschoben, wo er durch drehende und schiebende Bewegungen hinter den ersten Verschlusskissen verankert wird. Nach dem Aufsetzen der Spermatube gelangt das Sperma durch die Sogwirkung der Myometriumskontraktionen in den Uterus der Sau. Die Besamung sollte ähnlich wie der Deckakt mindestens 5 Minuten dauern. Während dieser gesamten Zeit und auch noch kurze Zeit nach Entfernung des Besamungskatheters sollten die Stimulationsmaßnahmen fortgesetzt werden (SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; PÜTTGEN,

2001; SCHNURRBUSCH, 2007). Um in größeren Beständen die Besamung zu rationalisieren, wurden zeiter sparende Hilfsmittel zur Stimulation entwickelt, wie Besamungsgurt, Top-Clip oder Buddy, die Druck auf Rücken und/oder Flanke der Sau ausüben und somit die Umklammerung des Ebers nachahmen (SCHNURRBUSCH, 2007).

2.3.2. Brunstdiagnose

Unter Brunstdiagnose bzw. Brunstkontrolle (BK) wird die zuverlässige Feststellung der Brunstperiode über die Auslösung des Immobilisationsreflexes der Sau verstanden (RÖVER, 1991; SCHNURRBUSCH, 2006; WÄHNER und HOY, 2009). Eine sorgfältige und sichere Brunstdiagnose entscheidet über Erfolg oder Misserfolg bei der Besamung (RÖVER, 1991), da die rechtzeitige und sichere Erkennung der Brunst wichtig für die richtige Festlegung des Belegungszeitpunktes ist (KÖNIG et al., 1972; SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006; SPITSCHAK, 2007; WÄHNER und HOY, 2009). Allgemein wird empfohlen, die Brunstdiagnose ab dem 3. Tag nach dem Absetzen zweimal täglich im Abstand von 8-12 Stunden während der Ruhezeiten im Stall, also in den Fütterungspausen, vorzunehmen (SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; SCHULZ, 1998; PÜTTGEN, 2001; SCHNURRBUSCH, 2006; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006; HOY, 2007; SCHNURRBUSCH, 2007; SPITSCHAK, 2007; WÄHNER und HOY, 2009). Da durch den Abstand zwischen den einzelnen Untersuchungen nicht der wahre Östruseintritt ermittelt werden kann, wird i. d. R. der Östrusbeginn als der Zeitpunkt der ersten Duldung minus der Hälfte der Zeitspanne zur vorherigen BK und das Östrusende entsprechend als der Zeitpunkt der letzten positiven BK plus der Hälfte der Zeitspanne bis zur folgenden negativen BK definiert (SOEDE et al., 1992 und 1994 b; WEITZE et al., 1994; KEMP und SOEDE, 1996; NISSEN et al., 1997; STEVERINK et al., 1997; LANGENDIJK et al., 2000 a; TAROCCO und KIRKWOOD, 2001; LAU et al., 2004; GERRITSEN et al., 2005; ENGEL, 2006).

Die Brunstdiagnose erfolgt durch die Wahrnehmung der mit dem Östrus einhergehenden typischen Veränderungen im Verhalten und am äußeren Genital der Sau in Verbindung mit der Prüfung des Paarungsverhaltens, d. h. die Einschätzung, ob die Sau Interesse an einem Eber zeigt und sich der Duldungsreflex auslösen lässt (siehe Kapitel 2.1.2.) (SCHNURRBUSCH, 2006). Die Verwendung eines Stimulierebers, der

während der BK vor den Köpfen der Sauen steht oder entlang geht, ist die sicherste und gebräuchlichste Methode bei der Feststellung des Duldungsreflexes und dient gleichzeitig der Stimulation der Sauen (KÖNIG et al., 1972; SCHNURRBUSCH und HÜHN 1994 c; LITTMANN et al., 1997 b; SCHNURRBUSCH, 2007; SPITSCHAK, 2007; WÄHNER und HOY, 2009). In einer Untersuchung von SIGNORET und DU MESNIL DU BUISSON (1961) zeigten 24-36 h nach Östrusbeginn lediglich 60 % von 329 östrischen Sauen den Duldungsreflex bei der Rückendruckprobe, wenn die BK ohne Eberanwesenheit durchgeführt wurde (zitiert nach SIGNORET, 1970 c). SOEDE et al. (1990) berichten, dass 92 % (33/36) von paarweise gehaltenen JS, die 1x täglich Eberkontakt haben, und 88 % (21/24) von einzeln gehaltenen JS ohne Eberkontakt jeweils bei der BK ohne Eber den Duldungsreflex nach Rückendruckprobe zeigen. Den Unterschied zu den Ergebnissen von SIGNORET (1970 c) erklären sie mit einem möglichen Unterschied des Zeitpunktes der BK während des Östrus.

2.3.3. Besamungszeitpunkt

Die Belegungstermine müssen so gewählt werden, dass die Befruchtung zur richtigen Zeit erfolgen kann und sowohl die Spermien als auch die Oozyten nicht überaltert sind (SCHNURRBUSCH, 2006). Da die Befruchtungsfähigkeit der Oozyten kürzer ist als die der Spermien (siehe Kapitel 2.1.4), sollten unmittelbar vor der Ovulation im Eileiter bzw. dem Spermienreservoir der utero-tubalen Verbindung bereits kapazitierte, aber noch nicht überalterte Spermien vorhanden sein (KEMP und SOEDE, 1997; HÜHN, 2005 a; WABERSKI, 2005; SCHNURRBUSCH, 2006; TAYLOR et al., 2008 b). Um das zu gewährleisten, ist eine rechtzeitige Besamung mit einer ausreichenden Menge Spermien notwendig (TAYLOR et al., 2008 b), wobei alle Inseminationen vor der erwarteten Ovulation erfolgen müssen (HÜHN, 2005 a und 2005 b; SCHNURRBUSCH, 2002, 2006 und 2007).

Durch fehlerhaft terminierte Besamungen verursachte erhöhte Umrauscherquoten gehören zu den Hauptursachen vermeintlicher Fruchtbarkeitsstörungen in Sauenbeständen (WABERSKI und WEITZE, 1998; WABERSKI, 2005). Untersuchungen aus Holland und Dänemark belegen, dass optimale Befruchtungsergebnisse nur dann zu erwarten sind, wenn die Besamung zwischen 0 und 24 h *ante ovulationem* (a. ov.) erfolgt (SOEDE et al., 1995 a und 1996 b; KEMP und SOEDE, 1996; NISSEN et al., 1997; KEMP und SOEDE, 1999). Außerhalb dieses Zeitraums be-

samte Sauen wiesen aufgrund geringerer Befruchtungsraten höhere Umrauscherquoten oder kleinere Würfe auf. Erfolgt die Insemination mehr als 24 h a. ov., ist die Anzahl der noch befruchtungsfähigen Spermien in der *Ampulla tubae* zu gering zur Befruchtung aller Oozyten. Erfolgt sie dagegen erst nach der Ovulation, so stellt die fertile Lebensspanne der Oozyten den begrenzenden Faktor dar (SOEDE et al., 1996 b); aber auch der Spermientransport ist postovulatorisch infolge der durch steigende Progesteron- und sinkende Östrogen-Spiegel bedingten geringeren uterinen Motilität gestört (CLAUS et al., 1989; LANGENDIJK et al., 2002 a; KAEOKET et al., 2003).

Ein zu später Inseminationstermin hat eine reduzierte Befruchtungsrate, ein vermindertes Vorkommen normaler Befruchtungen und eine gesteigerte embryonale Verlustrate mit daraus resultierenden reduzierten Wurfgrößen zur Folge (HUNTER, 1967 und 1977; KEMP und SOEDE, 1997; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007). Die Oozyten werden nach einer zu späten Insemination zwar häufig noch befruchtet, die Embryonalentwicklung kann aber oft nicht normal ablaufen, wodurch die Rate der embryonalen Mortalität ansteigt (HANCOCK, 1959; BERTANI et al., 1996; WEITZE, 2000; KAEOKET et al., 2003; SCHNURRBUSCH, 2006). Bei sehr später Belegung können auch alle Embryonen absterben, sofern überhaupt noch eine Befruchtung stattfindet (SCHNURRBUSCH, 2006).

SOEDE et al. (1996 b) wiesen nach, dass bei einer Insemination außerhalb des optimalen Inseminationszeitraums von 0-24 h a. ov. die Anzahl der Sauen mit partieller Befruchtung steigt und die Befruchtungsrate dieser Sauen stark sinkt. Erfolgte die Besamung zwischen 0 und 8 h a. ov., wurde nur bei 14 % der Sauen eine partielle Befruchtung festgestellt und bei diesen Sauen waren 95 % der Eizellen befruchtet. Bei der Insemination im Zeitraum von 0 und 24 h a. ov. trat bei 14-33 % der Sauen partielle Befruchtung auf, bei diesen Sauen waren aber immer noch 83-96 % der Eizellen befruchtet. Wenn der Inseminationstermin aber mehr als 24 h a. ov. oder 8 h p. ov. lag, so trat bei etwa der Hälfte der Sauen (40-67 %) eine partielle Befruchtung auf, und bei diesen Sauen waren auch nur etwa die Hälfte der ovulierten (51-64 %) Oozyten befruchtet worden. VAN ENGEL und SCHEEPENS (2006) sowie SOEDE und KEMP (1996) geben ebenfalls an, dass die Besamung innerhalb von 0 bis 24 h vor der Ovulation erfolgen sollte. SOEDE und KEMP (1996) vermuten allerdings, dass sowohl die Oozytenlebensdauer als auch der Spermientransport sowie die Kapazitationsdauer zwischen Sauen verschiedener Herkünfte variiert und

somit den optimalen Besamungszeitraum in Relation zur Ovulation beeinflusst. In Folge dessen können nach Angaben dieser Autoren u. U. auch postovulatorische Inseminationen noch gute Befruchtungsergebnisse erzielen. NISSEN et al. (1997) ermittelten als optimales Inseminations-Ovulations-Intervall einen Zeitraum von 28 h a. ov. bis 4 h p. ov., wohingegen WABERSKI et al. (1994) und WEITZE (2000) nur einen Inseminations-Zeitraum von 12 h a. ov. bis 4 h p. ov. zur Erzielung guter Befruchtungsergebnisse angeben. Auch LITTMANN et al. (1997 b) geben unter Berücksichtigung der einzelnen Faktoren, die den optimalen Belegungszeitraum beeinflussen, einen Bereich von 12 h vor bis 4 h nach der Ovulation an. Dabei legen sie zu Grunde, dass die Spermien einerseits wenige Minuten bis zum Erreichen des Eileiters und etwa 3 h zur Reifung benötigen und andererseits die Lebensdauer der Spermien im Eileiter mind. 12 h und die der ovulierten Eizellen etwa 4 h beträgt. KEMP und SOEDE (1997) vermuten, dass bei Jungsaunen der optimale Besamungszeitraum eine kürzere Zeitspanne umfasst, als bei multiparen Tieren. ENGELS (2001) legt auf der Basis einer Literaturrecherche zur Erstellung eines Analysesystems für die Beurteilung von Reproduktionsdaten und Managmenteinflüssen bei der Ferkelerzeugung den optimalen Zeitraum für die KB auf 16 h a. ov. bis 4 h p. ov. fest. Den Bereich von 24 bis 16 h a. ov. bezeichnet die Autorin als „normalen Besamungszeitraum“, wohingegen sie alle Besamungen außerhalb dieser beiden Zeiträume als zu früh oder zu spät einstuft.

Eine sowohl von der Arbeitsgruppe um SOEDE als auch von NISSEN et al. (1997) ermittelte große Varianz der Befruchtungsergebnisse von Sauen, die zum gleichen Zeitpunkt relativ zur Ovulation besamt wurden, legt aber nahe, dass der optimale Besamungszeitpunkt durch verschiedene Faktoren - wie beispielsweise tierindividuelle oder rassespezifische Unterschiede in der Lebensdauer der Gameten oder den Spermientransport beeinflussende Faktoren rund um die Insemination (siehe Kapitel 2.1.4. und 2.2.2.2.) - beeinflusst wird (SOEDE et al., 1995 a; KEMP und SOEDE, 1996; NISSEN et al., 1997; KEMP und SOEDE, 1999).

Es ist nicht bekannt, wieso die Fruchtbarkeit geringer ist, wenn die Insemination mehr als 24 h a. ov. erfolgt, obwohl Spermien im Isthmus länger als 44 h überleben können (siehe Kapitel 2.1.4.). Eine mögliche Erklärung ist, dass die Anzahl an kapazitierten Spermien, die zur Befruchtung fähig sind, mit der Zeit abnimmt, und dies den limitierenden Faktor für den Befruchtungserfolg darstellt (KEMP und SOEDE, 1997).

Die große individuelle Varianz von Östrusdauer (siehe Kapitel 2.1.2.2.) sowie dem Intervall zwischen Östrusbeginn und Ovulation (siehe Kapitel 2.1.3.) zwischen einzelnen Sauen erschwert in der Praxis die Festlegung des optimalen Inseminationstermins anhand der Befunderhebung bei der Brunstdiagnose. Hier wird aber die Tatsache genutzt, dass die Ovulation relativ konstant zu Beginn des letzten Östrusdrittels erfolgt (siehe Kapitel 2.1.3.) und ein statistischer Zusammenhang zwischen A-Ö-I und Östrusdauer existiert. Bis zu einem A-Ö-I von 5 Tagen sind die Östrusdauer und das Intervall zwischen Östrusbeginn und Ovulation negativ mit dem A-Ö-I korreliert (SCHULZ, 1998). STEVERINK et al. (1999) ermittelten für Sauen mit Östrusbeginn am 3. Tag nach dem Absetzen eine mittlere Östrusdauer von 60 h und für Tiere mit Östrusbeginn am 5. Tag nach dem Absetzen eine mittlere Östrusdauer von 45 h. Untersuchungen von KEMP und SOEDE (1997) zeigten, dass von den Sauen mit kurzem A-Ö-I 32 h nach Östrusbeginn erst 21 % ovuliert hatten, während dieser Anteil bei Sauen mit längerem A-Ö-I 52 % betrug. WEITZE et al. (1994) wiesen für Sauen mit kurzem A-Ö-I eine statistisch längere Östrusdauer sowie ein längeres Östrusbeginn-Ovulations-Intervall nach als für Sauen mit langem A-Ö-I. In dieser Untersuchung ovulierten die meisten Sauen 40-48 h nach Östrusbeginn. 20 % der Tiere, v. a. solche mit kurzem A-Ö-I, ovulierten erst 56-64 h nach Östrusbeginn. Sauen mit einem A-Ö-I von 6 oder mehr Tagen zeigten überwiegend eine kurze Östrusdauer. Diese Gruppe enthielt auch die 7,5 % der Sauen, die bereits innerhalb von 24 h nach Östrusbeginn ovulierten. Auch NISSEN et al. (1997) ermittelten eine signifikante Beziehung zwischen A-Ö-I und Östrusdauer sowie zwischen Östrusdauer und dem Intervall zwischen Östrusbeginn und Ovulation. Aus diesen Untersuchungen wurden die heute allgemein üblichen Praxisempfehlungen mit je nach A-Ö-I unterschiedlichen Östrusbeginn-Inseminations-Intervallen abgeleitet. Dabei wird zwischen früh rauschenden Sauen mit Östrusbeginn bis zum 4. Tag nach dem Absetzen, normal rauschenden Sauen mit einem A-Ö-I von 5(-6) Tagen und spät rauschenden Sauen (A-Ö-I: 6 oder mehr Tage) unterschieden (WEITZE et al., 1994; LITTMANN et al., 1997 b; WEITZE, 2000; PÜTTGEN, 2001; HÜHN, 2003; HEINZE, 2005 (normal 5. und 6. Tag); HÜHN, 2005 a und 2006; HOY, 2007; SCHNURRBUSCH, 2007 (normal 5. und 6. Tag)). Die erste KB sollte bei früh rauschenden Sauen 24-36 h nach Östrusbeginn, bei normal rauschenden Tieren 12-24 h nach Östrusbeginn und bei Spätrauschern spätestens 12-18 h nach Östrusbeginn bzw. sofort nach Feststellung der Duldung erfolgen. Weitere Besamungen

sollten jeweils im Abstand von (8)12-16(18) Stunden erfolgen, so lange die Sau noch den Duldungsreflex zeigt (WEITZE, 1996; LITTMANN et al., 1997 b; WEITZE, 2000; PÜTTGEN, 2001; HÜHN, 2003; HEINZE, 2005; HÜHN, 2005 a, 2005 b und 2006; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007; HOY, 2007).

Da bei dieser Methode der Ovulationszeitpunkt nach statistischen Erhebungen vermutet und nicht exakt ermittelt feststeht, werden i. d. R. zwei, bei sehr langer Östrusdauer auch drei Belegungen vorgenommen, die alle vor der Ovulation stattfinden sollten (SCHNURRBUSCH, 2006). Mehrfachbesamungen sollten nur erfolgen, solange die Sau noch einen guten Duldungsreflex zeigt, da zum Ende des Östrus und mit beginnendem Metöstrus der Uterus infolge des steigenden Progesteron- und sinkenden Östrogenspiegels anfälliger für Infektionen ist (DE WINTER et al., 1996; WULSTER-RADCLIFFE et al., 2003; VAN ENGEN und SCHEEPENS, 2006). Die im Östrus aktivierte akute Infektionsabwehr des Uterus (KAEOKET et al., 2002) ist bereits wenige Stunden *post ovulationem* „deaktiviert“ (DALIN et al., 2004). Erfolgt bei Mehrfachbesamungen die letzte KB postovulatorisch, so kann dies die Fruchtbarkeitsergebnisse negativ beeinflussen (ROZEBOOM et al., 1997; HÜHN und SÖHNHOLZ, 1999; HÜHN, 2005 a) und die Entstehung einer Endometritis begünstigen (KAEOKET et al., 2005). Dabei scheinen aber Inseminationen, die bis maximal 5 h *p. ov.* erfolgen, die Fruchtbarkeitsergebnisse nicht negativ zu beeinflussen, sofern die letzte vorhergehende Insemination weniger als 12 h vor der Ovulation erfolgte (SCHULZ, 1998). Auch SOEDE et al. (1995 b) und KEMP et al., (1996) zeigten, dass eine zusätzliche Besamung bis 4 h *p. ov.* sich nicht negativ auf die Fruchtbarkeit auswirkt und, wenn die vorherige Insemination vor 24 h *a. ov.* erfolgt, die Befruchtungsergebnisse sowie den Anteil normal entwickelter Embryonen sogar verbessert.

Eine zu frühzeitige Insemination ist zwar wirtschaftlich nachteilig, aber im Gegensatz zur zu späten Insemination fortpflanzungsphysiologisch nicht als risikvoll anzusehen, wenn zumindest eine nachfolgende Insemination noch im optimalen Besamungszeitraum liegt (HEINZE, 2005).

Voraussetzung für die Festlegung der richtigen Besamungstermine ist eine exakt durchgeführte Brunstkontrolle (KÖNIG et al., 1972; WEITZE, 2000; PÜTTGEN, 2001; HÜHN, 2005 a und 2005 b; SCHNURRBUSCH, 2006). Wird der Östrusbeginn nicht rechtzeitig erkannt, erfolgt die Belegung zu spät. Sauen, bei denen der Östrus sehr früh nach dem Absetzen der Ferkel eintritt, die Ovulation aber erst relativ spät nach

Beginn der Duldung erfolgt, werden mitunter zu früh besamt, so dass die Spermien zum Zeitpunkt der Befruchtung schon relativ alt sind, was ebenfalls höhere Degenerations- und Mortalitätsraten der Embryonen zur Folge hat (SCHNURRBUSCH, 2006). In der Praxis kommt es durch zu lange Intervalle zwischen Besamung und Ovulation oder, in seltenen Fällen, eine verspätete Besamung häufig zu Spermienalterung im weiblichen Genital (WABERSKI, 2005).

2.3.4. Besamungshäufigkeit

Bezüglich der optimalen Anzahl der Inseminationen (oder des Deckens) finden sich in der Fachliteratur widersprüchliche Angaben. Theoretisch können auch nach Einfachbelegung gute Befruchtungsergebnisse erzielt werden, wenn diese innerhalb des optimalen Besamungszeitraums erfolgt (LITTMANN et al., 1997 b). XUE et al. (1998) ermittelten für Sauen, die nur einmal im Natursprung belegt wurden signifikant niedrigere Befruchtungs- und Abferkelraten als für zweimal belegte Sauen und bei der Untersuchung von CLARK et al. (1989) war die Abferkelrate von Sauen, die ein- oder zweimal während eines Östrus gedeckt wurden signifikant niedriger als für häufiger als zweimal während eines Zyklus belegte Sauen. TAROCCO und KIRKWOOD (2001) konnten hingegen keinen negativen Einfluss einer einmaligen Besamung bei Sauen mit kurzer Östrusdauer auf deren nachfolgende reproduktive Leistung feststellen, verweisen aber darauf, dass bei längerer Östrusdauer Mehrfachbesamungen angezeigt sind. Übereinstimmend damit ermittelten WALLER und BILKEI (2004) insbesondere für Sauen mit mehr als 36-stündiger Östrusdauer signifikant höhere Abferkelraten nach zweimaliger KB, verglichen mit nur einer Insemination 24 h nach Östrusbeginn. Auch WEITZE (2000) weist darauf hin, dass gerade bei früh rauschenden Sauen, die i. d. R. eine sehr lange Östrusdauer haben, eine zusätzlich dritte Besamung zur deutlichen Erhöhung der Abferkelrate führt. Um postovulatorische Besamungen zu vermeiden, sollten allerdings nicht mehr als drei Besamungen durchgeführt werden, denn gerade bei Sauen mit sehr langer Östrusdauer lässt sich noch eine relativ lange Zeit *p. ov.* der Duldungsreflex auslösen. So zeigten bei der Untersuchung von KAEOKET et al. (2003) 14 von 16 Sauen 15-20 h *p. ov.* immer noch einen Duldungsreflex. Die Besamung zu diesem Zeitpunkt führte aber zu sehr geringen Befruchtungsraten mit nachfolgender Degeneration der entstandenen Embryonen.

2.4. Einsatz der Sonographie in der Reproduktionsmedizin des Schweines

Die Ultrasonographie wird in den letzten Jahren in der Gynäkologie des Schweines zunehmend eingesetzt (KAUFFOLD et al., 2006). Neben der Trächtigkeitsuntersuchung, wo sie sich als Standardverfahren etablierte (DE RENSIS et al., 2000), findet sie zunehmend Anwendung bei der Untersuchung der Ovarien zur Kontrolle des Ovulationsverlaufes oder der Erkennung ovarieller Abnormalitäten, wie zystöser Entartungen (WEITZE et al., 1989; KAUFFOLD et al., 1997 b; WABERSKI et al., 1998; SCHNURRBUSCH, 2006) sowie bei der Erfassung des Pubertätsstatus bei Jungsauen (KAUFFOLD et al., 2004 b). Nach neueren Untersuchungen kann die bei der sonographischen Untersuchung erfasste uterine Echotextur im Zusammenhang mit dem Ovarbefund auch zur Prognose der Fertilität von Sauen herangezogen werden (KAUFFOLD et al., 2005 a und 2005 b und 2006).

Das so genannte Echtzeitbild im B-mode (brightness modality)-Verfahren erlaubt im Gegensatz zum älteren A-mode (amplitude modality)-Verfahren die zweidimensionale Darstellung der vom Gewebe reflektierten Strahlen und ermöglicht somit das nicht invasive Sichtbarmachen der inneren Geschlechtsorgane einschließlich der Konzeptus (WABERSKI et al, 1998). Dabei macht man sich zu Nutze, dass verschiedene Gewebe, in Abhängigkeit von ihrer Dichte, die vom Schallkopf ausgesandten Schallwellen unterschiedlich stark reflektieren. Flüssigkeiten wirken anechogen und erscheinen im Ultraschallbild schwarz. Weiche Gewebe werden in Grautönen dargestellt und dichte Gewebe, wie bspw. Knochen, erscheinen weiß (SCHNURRBUSCH, 2006). Die eindimensionale Darstellung der reflektierten Ultraschallwellen beim A-mode-Verfahren findet Anwendung bei der sog. Doppler-Methode zur akustischen Wahrnehmung sich bewegender Grenzflächen, wie z. B. der Herzpulsation intrauteriner Feten (WABERSKI et al, 1998). Ultraschallwellen, die auf sich bewegende Medien treffen, werden mit veränderter Frequenz reflektiert. Beim Doppler-Verfahren werden die reflektierten Wellen in hörbare Töne umgewandelt (BOSTEDT, 2009). Das ebenfalls eindimensionale Echot-Prinzip beruht auf der Möglichkeit, dass Ultraschallwellen von Grenzflächen reflektiert werden. Die reflektierten Wellen werden vom Gerät wieder empfangen und in Licht- oder Lautsignale umgewandelt (BOSTEDT, 2009).

Der bildgebende Ultraschall, die Ultrasonographie, eignet sich zur gynäkologischen Untersuchung der Sau, da Uterus und Ovarien mit Hilfe dieses Verfahrens zu visualisieren sind. Dabei stellen die Graviditätsdiagnostik, Ovulationskontrollen zur Über-

prüfung bestehender Besamungsstrategien, Pubertätskontrollen sowie die Untersuchung reproduktionsgestörter Sauen Indikationen für die bildgebende Ultrasonographie dar. Unabhängig von der Indikation kann die sonographische Untersuchung transkutan erfolgen (KAUFFOLD, 2004). Die früher favorisierte transrektale Sonographie der Sauen, die wegen der anatomischen Verhältnisse nicht bei Jungsaunen anwendbar und im Vergleich zur transkutanen Methode mit einem höheren Aufwand verbunden ist (SOEDE et al., 1994 a; KEMP und SOEDE, 1995), bringt nach den Erfahrungen von KAUFFOLD (2004) kaum einen Erkenntniszugewinn gegenüber der transkutanen Untersuchung, so dass unter Praxisbedingungen der transkutanen Methode der Vorzug zu geben ist (WABERSKI et al, 1998; KAUFFOLD, 2004). Für die Untersuchung von Sauen eignen sich mobile Ultraschallgeräte mit verschiedenen 5-MHz-Schallköpfen (Linear, Sektor, Konvex) (KAUFFOLD, 2004).

2.4.1. Graviditätsdiagnostik

Die Ultrasonographie stellt die bisher sicherste Methode zur Graviditätsdiagnostik beim Schwein dar. Im Einsatz sind sowohl Geräte mit A-, als auch mit B-mode-Verfahren (SCHNURRBUSCH, 2006). Das Echot- und Dopplerverfahren wurde bereits in den 60er und 70er Jahren des letzten Jahrhunderts zum Nachweis der Gravidität beim Schwein eingeführt (BOSTEDT, 1993). Diese Geräte mit A-mode-Verfahren wandeln die reflektierten Ultraschallwellen in akustische oder visuelle Signale um und werden i. d. R. vom Stallpersonal angewendet. Dabei werden sie unterhalb der Kniefalte, oberhalb der letzten beiden Mammarkomplexe angesetzt und die Schallwellen nach dorso-medio-kranial gegen das Abdomen gerichtet. Beim Echot-Verfahren werden die Schallwellen an Grenzflächen von Geweben unterschiedlicher Dichte reflektiert. Auf diese Weise können die flüssigkeitsgefüllten Fruchtblasen nachgewiesen werden. Allerdings werden die Schallwellen durch die gefüllte Harnblase in gleicher Weise reflektiert (SCHNURRBUSCH, 2006; BOSTEDT, 2009). Das A-mode-Verfahren ermöglicht den Graviditätsnachweis zwischen dem 30. und 65. Graviditätstag (GT) (FRASER et al., 1971; BARTH et al., 1992; KAUFFOLD et al., 1997 a; SCHNURRBUSCH, 2006), da in dieser Zeit die Allantoisblasen relativ große Mengen an Flüssigkeit enthalten. Durch die weitgehende Resorption der Allantoisflüssigkeit in der zweiten Trächtigkeitshälfte kann die Graviditätsdiagnose dann nicht mehr mit dem A-mode-Verfahren erfolgen (SCHNURRBUSCH, 2006). Die Sicherheit der Graviditätsdiagnose mittels A-mode-Verfahren kann 80 bis 97 %

betragen (FRASER et al., 1971; BARTH et al., 1992; LITTMANN et al., 1997 b; SCHNURRBUSCH, 2006), hängt aber wesentlich von der Erfahrung des Untersuchers ab. Um die Sicherheit zu erhöhen erfolgen meistens zwei Untersuchungen, am etwa 30. und um den 42. Tag nach der Belegung (SCHNURRBUSCH, 2006). Die Doppler-Ultraschalltechnik erlaubt zusätzlich zum Graviditätsnachweis auch eine Aussage über das Leben der Föten (BOSTEDT, 1993), da sie neben der Pulsation von Nabel- und Uterinarterie ab dem 35. GT auch die fetalen Herztöne und Fruchtbewegungen erfasst (FRASER et al., 1971; BOSTEDT, 2009).

Mit dem B-mode-Verfahren ist die Gravidität ab dem 18./19. GT durch die Darstellung der zu diesem Zeitpunkt im Ultraschallbild zu erkennenden Fruchtblasen zu diagnostizieren (KAUFFOLD und RICHTER, 1996; WABERSKI et al., 1998; SCHNURRBUSCH, 2006). Einige Autoren beschreiben sogar schon eine mögliche sonographische Darstellung von Fruchtblüssigkeit im Uterus zwischen dem 12. und 15. GT (FRAUENHOLZ et al., 1989; LEIDL, 1993; DE RENSIS et al., 2000; KAUFFOLD, 2006). Die sonographische Grauwertanalyse des Uterus erlaubt bereits am 12. d p. ov. eine Unterscheidung zwischen graviden und ingraviden Tieren. Hierfür sind ambulante Geräte mit integrierter Grauwertanalyse verfügbar, die in Sauenbeständen ohne zusätzliche Datenbearbeitung eingesetzt werden können (WEHREND und KAUFFOLD, 2008).

Ab dem 20. GT sind die Schweineembryonen etwa 0,8 bis 1 cm groß und die Fruchtblasen (Amnion- und Allantoisblase) haben sich ausgebildet. Im Ultraschallbild erscheinen die flüssigkeitsgefüllten Allantoisblasen als schwarze rundliche Areale. An der Wand ist der sich grau darstellende Embryo zu erkennen. Teilweise kann auch die Allantoismembran als dünner heller Streifen dargestellt werden (INABA et al., 1983; WABERSKI und WEITZE, 1998; WABERSKI et al., 1998; SCHNURRBUSCH, 2002; KAUFFOLD, 2006; BOSTEDT, 2009). Gravide und ingravide Sauen können mit Hilfe des B-mode-Verfahrens ab dem 20./21. GT sicher erkannt werden (CARTEE et al., 1985; BOTERO et al., 1986; KAUFFOLD et al., 1997 a; WABERSKI und WEITZE, 1998; KAUFFOLD et al., 2004 a). Ab dem 23.-25. GT stellen sich die Embryonen als hyperechogene (weiße) Strukturen innerhalb der anechogenen (schwarzen) Bezirke der Fruchtblasen dar (CARTEE, 1985; BOTERO et al., 1986; BOSTEDT, 2009). Der Herzschlag der Föten ist ab 25. GT sichtbar (CARTEE, 1985; BOSTEDT, 2009) und ab dem 32.-37. GT klar unterscheidbar (MARTINEZ et al., 1992). Unter Praxisbedingungen erfolgt die Untersuchung i. d. R. um den 21. bis 24.

Tag nach der Belegung (SCHNURRBUSCH, 2006). Am 21. GT kann bereits mit einer Sicherheit von 99 % die richtige Diagnose gestellt werden (KAUFFOLD und RICHTER, 1997). Die Untersuchung ist von beiden Körperseiten der Sau aus möglich, wobei der Schallkopf mit einer Frequenz von 5 MHz in gleicher Weise wie beim A-mode-Verfahren angesetzt wird (KAUFFOLD et al., 1997 a; SCHNURRBUSCH, 2006).

2.4.2. Ovardiagnostik

Die Real-Time-Ultraschalltechnik ist seit den 80er Jahren ein etabliertes diagnostisches Verfahren in der Gynäkologie der Haustierarten (WABERSKI und WEITZE, 1998). Bei Sauen wurde die sonographische Ovardiagnostik 1989 durch WEITZE et al. etabliert. Da nahezu alle ovariellen Funktionskörper sonographisch darstellbar sind (KÄHN, 1991; KAUFFOLD et al., 1997 b; KAUFFOLD und RICHTER, 1998) und jedes Zyklusstadium der Sau durch charakteristische Funktionskörper gekennzeichnet ist, ermöglicht die Ovardiagnostik das Erkennen des Zyklusstandes der jeweiligen Sau. Das Wachstum der sonographisch echolosen Follikel während des Proöstrus, das etwa 1 mm pro Tag beträgt, ist bei Bedarf durch kontinuierliche Untersuchungen zu beobachten. Im Östrus haben die Follikel ihren maximalen Durchmesser erreicht und die Ovulation erfolgt vor dem Ende dieser Zyklusphase. Im Verlauf des Metöstrus organisieren sich die Cc. I., die am Ende des Metöstrus, etwa am 5. oder 6. Zyklustag, erstmalig sonographisch darstellbar sind (KAUFFOLD et al., 1997 b; KAUFFOLD und RICHTER, 1998). Die sichere Diagnose der Cc. I. erfordert allerdings viel Erfahrung, da sie sich nur in Grautönen und nicht so deutlich wie Follikel darstellen (KÄHN, 1991; SCHNURRBUSCH, 2005). Während des gesamten Diöstrus werden die Ovarien von den Cc. I., als mittelechogene Funktionsgebilde, häufig mit konzentrisch von innen nach außen zunehmender Echogenität, dominiert (KAUFFOLD et al., 1997 b; KAUFFOLD und RICHTER, 1998).

In der Zyklusdiagnostik wird der bildgebende Ultraschall v. a. zur Überprüfung des Follikelwachstums während des Östrus und der Ovulation angewendet. Durch die Ovulationskontrolle kann eingeschätzt werden, ob die Belegungen zeitgerecht durchgeführt werden (SCHNURRBUSCH, 2006). Als geeignetesten Zeitpunkt für die Untersuchungen geben KAUFFOLD et al. (1997 b) und SCHNURRBUSCH (2006 und 2007) den Tag der KB₁, an dem noch Graafsche Follikel vorliegen müssen, und einige Stunden nach der KB₂, wenn keine Graafschen Follikel mehr vorhanden sein

dürfen, an. Bei der Anwendung der duldungsorientierten Besamung sollten für die Ultraschalluntersuchung zur Ovulationskontrolle etwa 10-20 % der Sauen des Bestandes an den Hauptbesamungstagen mehrmals bis zum Nachweis der Ovulation untersucht werden und das Ovulationsverhalten der Sauen der Herde mit dem angewandten Besamungsregime verglichen und beide aufeinander abgestimmt werden (SCHNURRBUSCH, 2007). Zur Ovardiagnostik werden Ultraschallgeräte mit Schallköpfen mit einer Frequenz von 5 MHz eingesetzt. Sowohl Linear- als auch Sektorschallköpfe sind möglich (SCHNURRBUSCH, 2006).

Die Ovardiagnostik ist bei Sauen sowohl transkutan als auch transrektal möglich (KAUFFOLD und RICHTER, 1996 und 1998; KNOX und ALTHOUSE, 1999), wobei heutzutage i. d. R. die transkutane Untersuchung vorgezogen wird (KAUFFOLD und RICHTER, 1996; SCHNURRBUSCH, 2006). Dabei wird der Schallkopf an der seitlichen Bauchwand, oberhalb der zwei letzten Mammarkomplexe im Bereich der Kniefalte, angesetzt und dorso-medio-kranial in Richtung des Abdomens gerichtet (KAUFFOLD und RICHTER, 1996 und 1998; WABERSKI et al., 1998; KNOX und ALTHOUSE, 1999; SCHNURRBUSCH, 2006; WÄHNER und HOY, 2009). Durch Bewegung des Schallkopfes, auch unter leichtem Druck in das Abdomen, kann die Schallausbreitungsrichtung so verändert werden, dass ein kontinuierliches Absuchen des kaudalen Abdomens möglich ist (KAUFFOLD und RICHTER, 1996 und 1998; KNOX und ALTHOUSE, 1999). Als Orientierungshilfe dient die Harnblase. Kranial davon, etwa in einer Tiefe von 3 bis 8 cm sind die Ovarien bzw. ihre Funktionskörper zu finden (KAUFFOLD und RICHTER, 1996 und 1998; WABERSKI et al., 1998). Die Untersuchung kann sowohl von der rechten als auch von der linken Seite erfolgen (SCHNURRBUSCH, 2006). I. d. R. sind beide Ovarien von einer Untersuchungsseite aus darstellbar (KAUFFOLD und RICHTER, 1996; WABERSKI et al., 1998). Für die ovarielle Zyklusdiagnostik ist allerdings auch das Auffinden von nur einem Ovar beim Schwein als ausreichend zu betrachten (WABERSKI et al., 1998). Da sich auf der linken Körperseite der Sauen größere Teile des *Colons* und *Caecums* befinden und die Darmgase durch Totalreflexion der Ultraschallwellen die Untersuchung erschweren, ist es empfehlenswert, prinzipiell zuerst von der rechten Seite aus zu untersuchen (KAUFFOLD und RICHTER, 1996; KAUFFOLD et al., 1997 b; WABERSKI et al., 1998). Die Ovarien sind während der Follikelphase an den dicht beieinander liegenden follikulären Strukturen zu erkennen, die durch den echolosen Bereich der Follikelflüssigkeit gekennzeichnet sind, sich also im Ultraschallbild schwarz darstel-

len, und deren Durchmesser sich im Verlaufe des Proöstrus und Östrus von 4-6 mm auf 7-10 mm vergrößert (KÄHN, 1991; KAUFFOLD et al., 1997 b; WABERSKI et al., 1998; KNOX et al., 1999; SCHNURRBUSCH, 2006). Unmittelbar vor Östrusbeginn haben sie mit einer Größe von 8-10 mm das präovulatorische Stadium erreicht (KAUFFOLD et al., 1997 b; KAUFFOLD und RICHTER, 1998; WABERSKI und WEITZE, 1998; WABERSKI et al., 1998; SCHNURRBUSCH, 2007). Es ist allerdings nicht möglich, anhand des Follikelwachstums oder der Follikelgröße vorherzusagen, wann die Ovulation erfolgt (KEMP und SOEDE, 1995; WABERSKI und WEITZE, 1998). Die Follikel erscheinen zunächst rund. Etwa 24 bis 12 Stunden vor der Ovulation verlieren die sprungreifen Follikel ihre kreisrunde Form; sie flachen ab und erhalten eine eher ovale oder polygonale Gestalt, da sie infolge des Absinkens des intrafollikulären Druckes schlaffer werden (KAUFFOLD et al., 1997 b; KAUFFOLD und RICHTER, 1998, SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007). Die Anzahl der Follikel kann nicht ermittelt werden, da sie in unterschiedlichen Ebenen liegen und im Bild immer nur ein Teil der Follikel sichtbar ist (SCHNURRBUSCH, 2006); die Zahl der Tertiärfollikel ist im Ultraschallbild nur grob abschätzbar (WABERSKI et al., 1998). Differentialdiagnostisch sind Blutgefäße von Follikeln abzugrenzen (KÄHN, 1991; KAUFFOLD et al., 1997 b; WABERSKI et al., 1998). Während Gefäße nach Änderung der Schallrichtung im Längsschnitt ein langgestrecktes Aussehen bekommen, behalten Follikel ihre runde Form bei (KAUFFOLD et al., 1997 b; WABERSKI et al., 1998).

WABERSKI et al. (1998) führen an, dass die Diagnose „Ovulation“ nur durch wiederholte Ovaruntersuchungen gestellt werden kann und oft das Sichtbarsein von Follikeln gefolgt vom Nichtauffinden des Ovars in der folgenden Untersuchung das einzige Kriterium darstellt. Auch die Arbeitsgruppe um SOEDE und KEMP (NISSEN et al., 1997; STEVERINK et al., 1997) sowie SCHULZ (1998) definieren den Ovulationszeitpunkt als die Mitte zwischen der letzten sonographischen Darstellung sprungreifer Follikel und dem Verschwinden derselben.

Laut SCHNURRBUSCH (2006 und 2007) können geübte Untersucher die Ovulation auch durch Erkennen der *Corpora haemorrhagica* (Cc. h.), die sich als unregelmäßige Gebilde mittlerer Echogenität darstellen, nachweisen. KAUFFOLD und RICHTER (1998) verweisen allerdings darauf, dass die Cc. h. nicht oder nur schwer zu identifizieren sind. Sie beschreiben ein zerklüftetes, diffus echogenes Aussehen des Ovars, direkt nachdem an allen Follikeln die Ovulation erfolgte. Wird

die Sau während der Ovulation untersucht, sind neben diffus echogenen Arealen einzelne präovulatorische Follikel mit ovaler bzw. polygonaler Gestalt zu erkennen (KAUFFOLD et al., 1997 b; KAUFFOLD und RICHTER, 1998).

Alle Sauen, die sich zum Zeitpunkt der KB₁ in der Ovulation befinden (polygonale Follikel und zerklüftete Areale), sind zu spät besamt worden (KAUFFOLD et al., 1997 b). Bei Sauen mit polygonalen Follikeln zur KB₁ ist ein baldiger Ovulationsbeginn anzunehmen. Nach den Erfahrungen von KAUFFOLD et al. (1997 b) ovuliert ein Großteil dieser Tiere zwischen der ersten und der folgenden Besamung, so dass sie zum richtigen Zeitpunkt besamt wurden. Sauen mit runden Follikeln zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung ovulieren relativ spät. Befinden sich diese Tiere bei der zweiten Untersuchung in der Ovulation, so sind sie zeitgerecht besamt worden; ovulieren sie erst nach der zweiten Untersuchung so erfolgte die Besamung zu früh (KAUFFOLD et al., 1997 b).

Die Darstellung der Cc. I. hat keine große praktische Bedeutung im Rahmen der Zyklusdiagnostik. Ihr Nachweis kann aber als Abweichung vom erwarteten Befund (z. B. bei Zyklusstörungen oder Fehlern in der Synchronisation) die Aussage erweitern (SCHNURRBUSCH, 2006). Auch pathologische Veränderungen, wie ovarielle und paraovarielle Zysten, sind mittels Ultraschall gut darstellbar. Sie erscheinen im sonographischen Bild als schwarze, rundliche oder ovoide Gebilde, deren Aussehen dem der Follikel entspricht, aber deren Größe 10 mm übersteigt (KAUFFOLD und RICHTER, 1998; WABERSKI und WEITZE, 1998; SCHNURRBUSCH, 2006). KÄHN (1991) spricht erst follikuläre Strukturen ab einem Durchmesser von mehr als 12-15 mm als Zysten an.

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Tiere, Material und Methoden

Die Untersuchungen zu den Auswirkungen der intensiven Stimulation von Sauen durch die Anwesenheit von zwei Ebern während der KB auf den Befruchtungserfolg und die nachfolgenden Abferkelergebnisse erfolgten auf der Lehr- und Forschungsstation Oberer Hardthof des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik an der Justus-Liebig-Universität Gießen. In die Untersuchung sind alle Sauen eingegangen, die während des Untersuchungszeitraums von November 2005 bis September 2007 in diesem Betrieb zur KB aufgestellt wurden. Hierbei handelte es sich um insgesamt 33 Besamungsgruppen mit 416 Sauen verschiedener Rassen sowie deren Kreuzungen (siehe Tabelle 2) und den Paritäten 0 bis 14 (siehe Tabelle 3). Die Sauen wurden in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraumes (von 24.11.2005 bis 06.10.2006 und 09. bis 15.11.2006) während der KB durch die Anwesenheit eines Stimulierebers ($n = 208$ Sauen) und in der zweiten Hälfte (19. bis 26.10.2006 und 30.11.2006 bis 06.09.2007) mit zwei Ebern, die nacheinander vor den Köpfen von jeweils vier Sauen fixiert wurden, stimuliert ($n = 208$ Sauen).

Diese Untersuchungsreihenfolge wurde bewusst einem abwechselnden Einsatz von einem bzw. zwei Stimulierebern vorgezogen, um einen jahreszeitlichen Einfluss auf die Fruchtbarkeitsergebnisse zwischen den beiden Untersuchungsgruppen (1-Eber-Gruppe bzw. 2-Eber-Gruppe) möglichst gering zu halten.

Tabelle 2: Genotypenverteilung aller untersuchten Sauen

Rasse	alle Sauen (n = 416)		Untersuchungs- gruppe 1 (1-Eber-Gruppe) (n = 208)		Untersuchungs- gruppe 2 (2-Eber-Gruppe) (n = 208)	
	Anzahl	Anteil [%] *	Anzahl	Anteil [%] *	Anzahl	Anteil [%] *
Deutsche Landrasse (DL)	112	26,92	59	28,37	53	25,48
Deutsches Edelschwein (DE)	113	27,16	68	32,69	45	21,63
Pietrain (Pi)	42	10,10	23	11,06	19	9,13
Duroc (Du)	14	3,37	4	1,92	10	4,81
Belgische Landrasse (BL)	4	0,96	3	1,44	1	0,48
Hampshire (Ha)	16	3,85	9	4,33	7	3,37
DL x (Du x DE)	38	9,13	27	12,98	11	5,29
Du x DE	33	7,93	5	2,40	28	13,46
DL x DE	7	1,68	0	0,00	7	3,37
DE x DL	4	0,96	0	0,00	4	1,92
Pi x DL	4	0,96	2	0,96	2	0,96
Pi x DE	2	0,48	2	0,96	0	0,00
Du x Ha	1	0,24	0	0,00	1	0,48
Ha x DE	8	1,92	2	0,96	6	2,88
DE x [DL x (Du x DE)]	13	3,13	1	0,48	12	5,77
DE x (Pi x DL)	4	0,96	3	1,44	1	0,48
unbekannt	1	0,24	0	0,00	1	0,48

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 2 Dezimalstellen gerundet;

Differenz der Summe zu 100,00 durch Rundungsfehler

Tabelle 3: Paritäten aller untersuchten Sauen

Parität	alle Sauen (n = 416)		Untersuchungs- gruppe 1 (1-Eber-Gruppe) (n = 208)		Untersuchungs- gruppe 2 (2-Eber-Gruppe) (n = 208)	
	Anzahl	Anteil [%] *	Anzahl	Anteil [%] *	Anzahl	Anteil [%] *
0	45	10,82	8	3,85	37	17,79
1	65	15,63	32	15,38	33	15,87
2	63	15,14	38	18,27	25	12,02
3	51	12,26	24	11,54	27	12,98
4	48	11,54	30	14,42	18	8,65
5	46	11,06	23	11,06	23	11,06
6	31	7,45	15	7,21	16	7,69
7	26	6,25	14	6,73	12	5,77
8	15	3,61	9	4,33	6	2,88
9	11	2,64	6	2,88	5	2,40
10	7	1,68	2	0,96	5	2,40
11	2	0,48	1	0,48	1	0,48
12	2	0,48	2	0,96	0	0,00
13	3	0,72	3	1,44	0	0,00
14	1	0,24	1	0,48	0	0,00

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 2 Dezimalstellen gerundet;
Differenz der Summe zu 100,00 durch Rundungsfehler

Tabelle 4: Genotypenverteilung der videoüberwachten Sauen

Rasse	alle videoüberwachten Sauen (n = 263)		Untersuchungsgruppe 1 (1-Eber-Gruppe) (n = 143)		Untersuchungsgruppe 2 (2- Eber-Gruppe) (n = 120)	
	Anzahl	Anteil [%] *	Anzahl	Anteil [%] *	Anzahl	Anteil [%] *
DL	88	33,46	45	31,47	43	35,83
DE	90	34,22	49	34,27	41	34,17
Pi	17	6,46	11	7,69	6	5,00
Du	3	1,14	1	0,70	2	1,67
BL	2	0,76	2	1,40	0	0,00
Ha	8	3,04	8	5,59	0	0,00
DL x (Du x DE)	24	9,13	18	12,59	6	5,00
Du x DE	14	5,32	4	2,80	10	8,33
DL x DE	1	0,38	0	0,00	1	0,83
DE x DL	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Pi x DL	4	1,52	2	1,40	2	1,67
Pi x DE	1	0,38	1	0,70	0	0,00
Du x Ha	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ha x DE	2	0,76	2	1,40	0	0,00
DE x [DL x (Du x DE)]	8	3,04	0	0,00	8	6,67
DE x (Pi x DL)	1	0,38	0	0,00	1	0,83

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 2 Dezimalstellen gerundet;

Differenz der Summe zu 100,00 durch Rundungsfehler

Tabelle 5: Paritäten der videoüberwachten Sauen

Parität	alle videoüber- wachten Sauen (n = 263)		Untersuchungs- gruppe 1 (1-Eber-Gruppe) (n = 143)		Untersuchungs- gruppe 2 (2-Eber-Gruppe) (n = 120)	
	Anzahl	Anteil [%] *	Anzahl	Anteil [%] *	Anzahl	Anteil [%] *
1	33	12,55	17	11,89	16	13,33
2	52	19,77	29	20,28	23	19,17
3	41	15,59	19	13,29	22	18,33
4	34	12,93	22	15,38	12	10,00
5	30	11,41	16	11,19	14	11,67
6	22	8,37	10	6,99	12	10,00
7	22	8,37	12	8,39	10	8,33
8	12	4,56	7	4,90	5	4,17
9	6	2,28	4	2,80	2	1,67
10	5	1,90	2	1,40	3	2,50
11	2	0,76	1	0,70	1	0,83
12	1	0,38	1	0,70	0	0,00
13	2	0,76	2	1,40	0	0,00
14	1	0,38	1	0,70	0	0,00

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 2 Dezimalstellen gerundet;

Differenz der Summe zu 100,00 durch Rundungsfehler

Aus betriebsinternen Gründen wurde der Produktionsrhythmus ab Februar 2006 vom 2- auf den 3-Wochen-Rhythmus umgestellt, was unterschiedlich lange Säugezeiten der einzelnen Sauen im Bereich von 17 bis 45 Tagen zur Folge hatte. Die Verteilung der Säugezeitdauer auf die einzelnen Untersuchungsgruppen ist in Tabelle 6 wiedergegeben.

Tabelle 6: Verteilung der Säugezeitdauer in den verschiedenen Untersuchungsgruppen

Säugezeitdauer			17-23 d	24-30 d	31-37 d	38-45 d
Alle AS	gesamt (n = 371)	Anzahl	51	252	43	25
		Anteil [%] *	13,75	67,92	11,59	6,74
	1-Eber-Gruppe (n = 200)	Anzahl	25	116	36	23
		Anteil [%] *	12,50	58,00	18,00	11,50
	2-Eber-Gruppe (n = 171)	Anzahl	26	136	7	2
		Anteil [%] *	15,20	79,53	4,09	1,17
nur video-überwachte AS	gesamt (n = 263)	Anzahl	34	195	25	9
		Anteil [%] *	12,93	74,14	9,51	3,42
	1-Eber-Gruppe (n = 143)	Anzahl	16	94	24	9
		Anteil [%] *	11,19	65,73	16,78	6,29
	2-Eber-Gruppe (n = 120)	Anzahl	18	101	1	0
		Anteil [%] *	15,00	84,17	0,83	0,00

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 2 Dezimalstellen gerundet;

Differenz der Summe zu 100,00 durch Rundungsfehler

Als Stimulationseber wurden 5 verschiedene Eber im Alter von 8 bis 35 Monaten verwendet (siehe Tabelle 7), wobei innerhalb einer Besamungsgruppe aber immer der gleiche Eber bzw. die beiden gleichen Eber eingesetzt wurden. Um die Libido der Eber zu erhalten, kamen alle eingesetzten Eber regelmäßig auch als Deckeber, v. a. zur Belegung von JS oder azyklisch umrauschenden Sauen, zum Einsatz.

Tabelle 7: Alter und Einsatz der verschiedenen Stimulationseber

Eber Nr.		1	2	3	4	5
Rasse		Pi	Pi	Pi	Du x DE	Pi
Alter während des Untersuchungszeitraumes [d]	gesamt	278-922	321-433	482-1063	244-685	264-474
	1-♂-Gr.	278-586	321-433	482-748	244-391	285-293
	2-♂-Gr.	649-922		811-1063	349-685	264-474
Einsatz in der Stimulationsbuch						
stimulierte	gesamt	4	1	4	3	2
Sauengruppen	1-♂-Gr.	2	1	3	2	0
[Anzahl]	2-♂-Gr.	2	0	1	1	2
stimulierte	gesamt	32	8	32	24	16
Sauen [Anzahl]	1-♂-Gr.	16	8	24	16	0
	2-♂-Gr.	16	0	8	8	16
Einsatz als einziger Stimulationseber während der KB (1-♂-Gr.)						
Sauengruppen [Anzahl]		7	3	5	2	1
Sauen	gesamt	77	34	57	29	11
[Anzahl]	video-ü.	55	24	40	16	8
Eber-Alter [d]		278-586	321-433	482-727	244-307	285-293
Einsatz als 1. Stimulationseber (KB-Eber) während der KB (2-♂-Gr.)						
Sauengruppen [Anzahl]		5	0	4	4	2
Sauen	gesamt	67	0	56	59	26
[Anzahl]	video-ü.	40	0	32	32	16
Eber-Alter [d]		649-922		834-1063	349-622	369-433
Einsatz als 2. Stimulationseber (Nachstimu-Eber) während der KB (2-♂-Gr.)						
Sauengruppen [Anzahl]		4	0	4	4	3
Sauen	gesamt	58	0	53	53	41
[Anzahl]	video-ü.	32	0	32	32	24
Eber-Alter [d]		691-901		811-1042	475-685	264-474

1-♂-Gr. = 1-Eber-Gruppe

2-♂-Gr. = 2-Eber-Gruppe

video-ü. = videoüberwacht

Zusätzlich zur Direktbeobachtung der Sauen während der BK und der KB erfolgte von jeweils 8 Sauen jeder Besamungsgruppe eine Dokumentation des Verhaltens über die gesamte Brunstdauer mittels Videoaufzeichnungen. Rassen und Paritäten dieser videoüberwachten Tiere sind den Tabellen 4 und 5 zu entnehmen. Für die Sauen unter Videobeobachtung wurde vor der Aufstallung zur Belegung im Rahmen einer gesonderten Untersuchung (BORBERG, 2008) die Rangposition innerhalb der Gruppe bestimmt. Hierfür wurden die Sauen nach dem Absetzen für 48 h als Gruppe, alternierend gemeinsam mit oder ohne einen Eber, in eine Stimulationsbucht eingestallt. Dabei kam in der Stimulationsbucht stets ein anderer Eber zum Einsatz als anschließend für die Stimulation während der BK und KB. Nach dem Aufenthalt in der Stimulationsbucht erfolgte die Umstallung in das Besamungszentrum, wo die Tiere für den Zeitraum von 28 Tagen in Einzelständen (Besamungsstände) gehalten wurden. Die Zuteilung der einzelnen Standplätze im Besamungszentrum erfolgte per Losverfahren. Die übrigen Sauen wurden nach dem Absetzen der Ferkel aus dem Abferkelstall direkt in die Einzelstände des Besamungszentrums umgestallt. Die Stimulationseber wurden während der BK bzw. KB durch Tore im Eberlaufgang vor den Köpfen von jeweils 4 Sauen fixiert. Um die Östrusdauer der Sauen zu erfassen, erfolgte die BK so lange, bis die Probe des Duldungsreflexes bei allen Sauen negativ ausfiel. Die Sauen wurden alle duldungsorientiert durch Eigenbestandsbesamer besamt. Medikamentelle Brunststimulation oder Ovulationssynchronisation wurden in dem Betrieb nicht durchgeführt, aber bei 10 der insgesamt 45 während des Untersuchungszeitraums zur Besamung aufgestellten JS erfolgte vor der Aufstallung zur Besamung eine Zyklussynchronisation durch die orale Gabe von täglich 20 mg Altrenogest (Regumate®; Firma Janssen Animal Health) über einen Zeitraum von 18 Tagen.

Die Besamungen erfolgten während der Zeiten, in denen auch die Brunstkontrolle durchgeführt wurde. Der Zeitpunkt der ersten Besamung (KB₁) richtete sich individuell für jede Sau nach deren Duldungsbeginn (erstmalig festgestellter Duldungsreflex), wobei in Anlehnung an die unter Kapitel 2.3.3. beschriebenen allgemeinen Empfehlungen folgendes Schema eingehalten wurde:

- frührauschige Sauen (Duldungsbeginn am 3. oder 4. Tag nach dem Absetzen): KB₁ 24 h nach Duldungsbeginn

- normalrauschige Sauen (Duldungsbeginn am 5. oder 6. Tag nach dem Absetzen): KB₁ während der folgenden BK, also 8 bis 16 h nach Duldungsbeginn
- spätrauschige Sauen (Duldungsbeginn nach dem 6. Tag nach dem Absetzen): KB₁ sofort nach Feststellung der Duldung

Nachbesamungen (KB₂ bzw. KB₃) erfolgten jeweils zur nächsten Brunstkontrolle (also im Abstand von 8-16 h), solange die Sau einen Duldungsreflex zeigte, jedoch maximal bis zur dritten Besamung (KB₃).

Vor Durchführung der KB wurde bei den Sauen mittels manueller Stimulation (Klitoris- und Gesäugemassage, Flankendruck, Stützprobe) der Duldungsreflex ausgelöst. Als zusätzliche Besamungshilfen kamen Besamungsbügel (Top-Clip) zum Einsatz. I. d. R. wurden die Sauen nach Einführen des Besamungskatheters und Fixation der Spermatube sowie direkt im Anschluss an die KB nach Abnahme des Besamungsbügels nochmals manuell mittels Rückendruck stimuliert. Je nach Unruhe der Sauen während der KB und Arbeitsbelastung des Besamungstechnikers erfolgten auch während der Besamung manuelle Stimulationen mittels Rückendruck.

Die Sauen wurden während der auf die Besamungswoche folgenden Woche in andere Einzelstände des Besamungsstalles umgestallt, in denen 25, 27 und 28 d n. A. die Umrauschkontrolle und 32 d n. A. die Trächtigkeitsuntersuchung (TU) mittels Ultrasonographie erfolgte. Die Umstallung innerhalb des Besamungsstalles war aus untersuchungstechnischen Gründen notwendig, damit die videoüberwachten Besamungsstände gereinigt und desinfiziert werden konnten und wieder für die folgende Besamungsgruppe zur Verfügung standen. Da diese Umstallung während der sensiblen Phase der Frühgravidität erfolgte (siehe Kapitel 2.1.4), wurde besonders darauf geachtet, die Tiere schonend und möglichst stressfrei in die neuen Stände umzustallen. Sauen mit positivem Graviditätsbefund wurden nach der TU in bestehende Gruppen des Wartebereichs eingegliedert, wo sie bis zur Umstallung in den Abferkelstall, etwa 1 Woche vor dem errechneten Abferkeltermin, verblieben.

3.1.1. Untersuchungsaufbau

Die Abbildung 3 zeigt eine Skizze des für die Untersuchung verwendeten Bereichs im Besamungsstall. Die Zahlen 1 bis 8 markieren die Kastenstände der videoüberwachten Sauen, während die Plätze der nicht videoüberwachten Sauen mit negativen Zahlen durchnummeriert sind. Mit dem Symbol  ist die Platzierung der beiden Videokameras dargestellt; jede Kamera überwacht 4 Sauenplätze. Abbildung 4 zeigt eine Fotoaufnahme des Untersuchungsbereichs.

Die Tore des Eberlaufganges wurden nur zu den BK- bzw. KB-Zeiten geschlossen. Wie auf Abbildung 4 zu sehen handelte es sich bei den Toren im Eberlaufgang um Gittertüren, die während der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraumes nur vom Eberlaufgang aus geschlossen bzw. geöffnet werden konnten. Für die Untersuchungsphase während derer zwei Eber gleichzeitig zum Einsatz kamen wurden vor Beginn dieser Untersuchungsphase zusätzlich an den Toren Sichtblenden sowie ein Mechanismus angebracht, der ein Schließen und Öffnen der Tore vom Besamergang aus ermöglichte (siehe Abbildung 6). Das von beiden Videokameras aus gut zu beobachtende Schließen des Tores zwischen den Sauenplätzen 4 und 5 wurde als Beginn der jeweiligen BK für die Videoauswertung definiert.

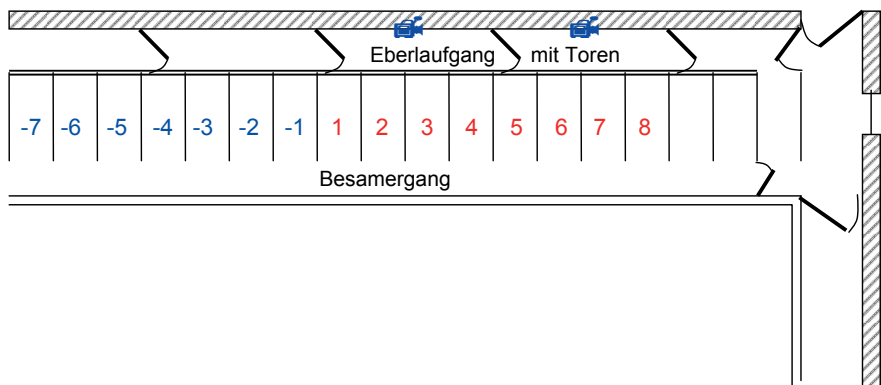
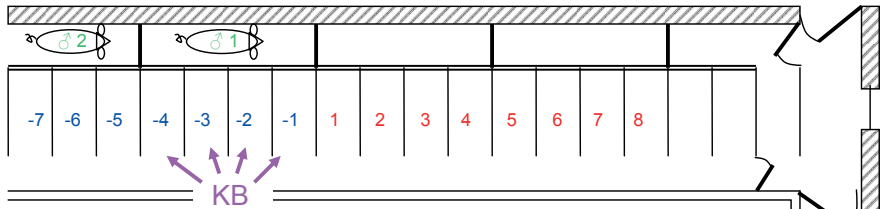


Abbildung 3: Skizze des Besamungsstalles



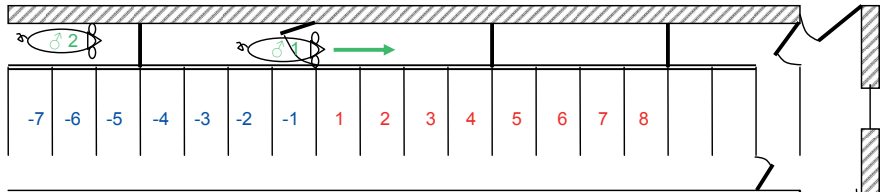
Abbildung 4: Fotoaufnahme des Untersuchungsbereichs im Besamungsstall

In Abbildung 5 werden die einzelnen Schritte bei der Durchführung der Stimulation mit 2 Ebern während der KB mit Beschreibung der jeweiligen Zeitphasen für die Videoauswertung dargestellt. ♂ 1 markiert jeweils die Position des ersten Ebers (Eber 1; KB-Eber) und ♂ 2 die des zweiten Ebers (Eber 2; Nachstimu-Eber). Eine Fotoaufnahme von zwei gleichzeitig vor den Sauen fixierten Stimulationsebern ist in Abbildung 6 zu sehen.

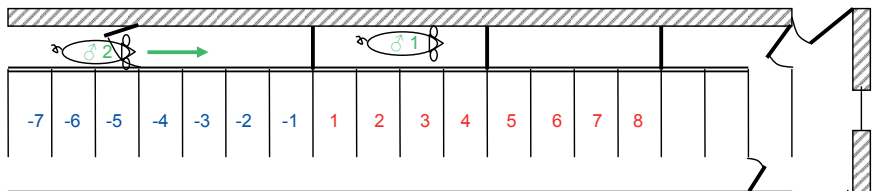


- ① KB bei den nicht in die Videoüberwachung einbezogenen Sauen (Plätze -4 bis -1)

Zeitphase: Sauen 1 bis 8: **Vorbereitung der BK bzw. KB**



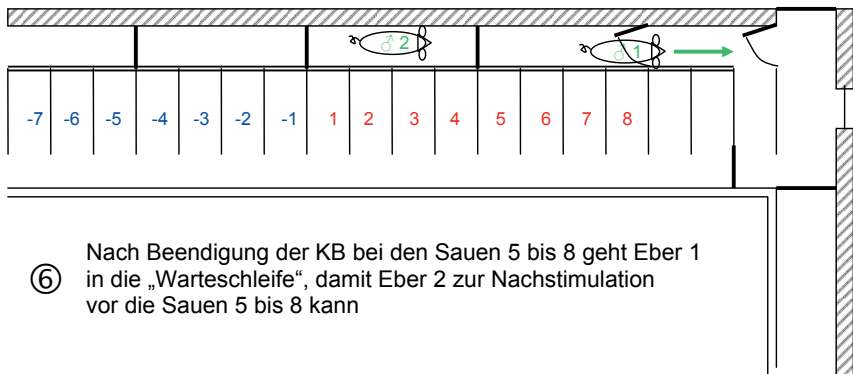
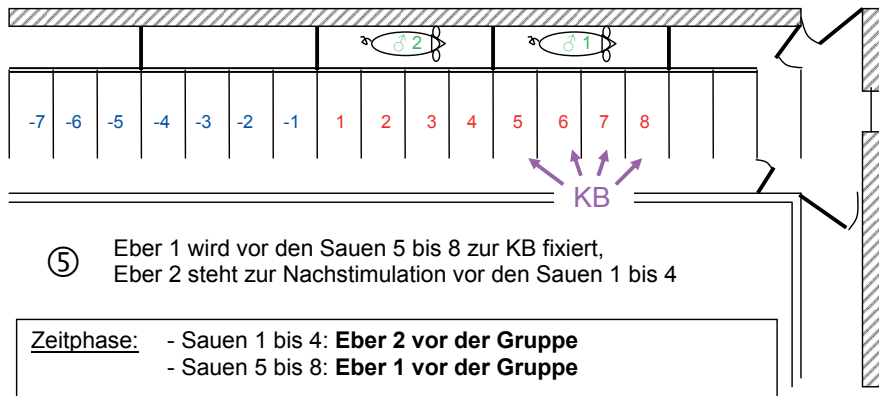
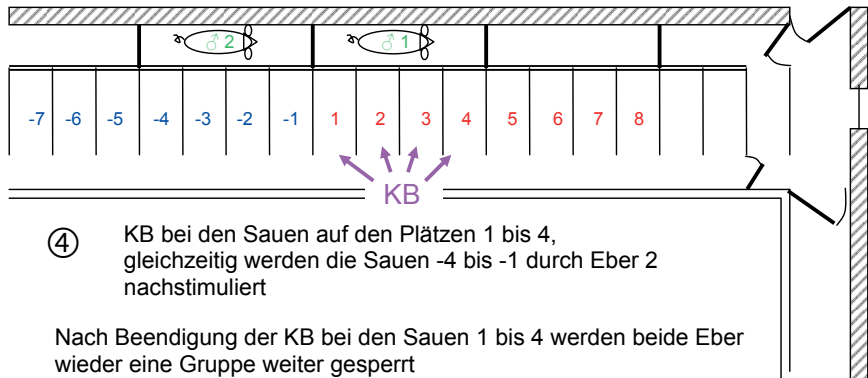
- ② KB bei den Sauen -1 bis -4 ist beendet; Eber 1 geht weiter vor die Sauen 1 bis 4



- ③ Eber 1 ist vor den Sauen 1 bis 4 fixiert,
Eber 2 geht zur Nachstimulation vor die Sauen -4 bis -1

Zeitphase:

- Sauen 1 bis 4: **Eber 1 vor der Gruppe**
- Sauen 5 bis 8: **Eber vor der Nachbargruppe**



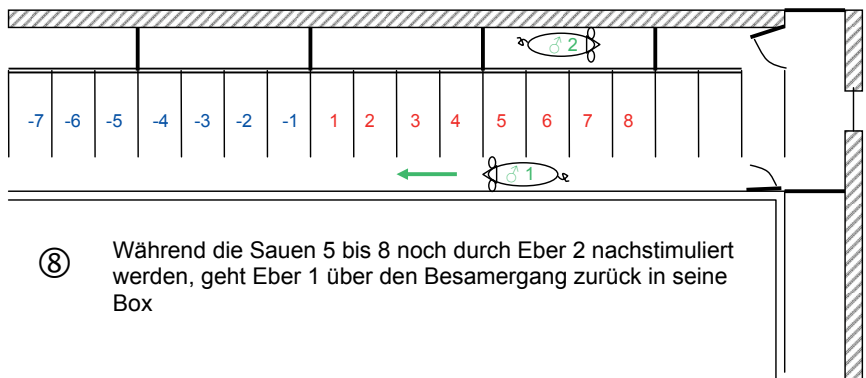
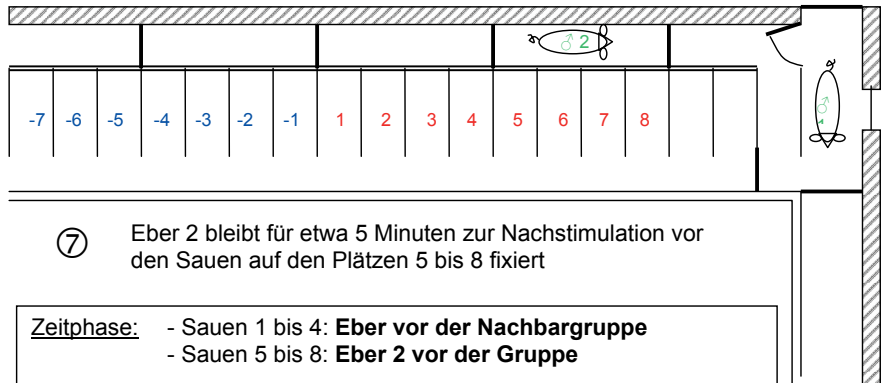


Abbildung 5: Durchführung der Stimulation mit 2 Ebern während der KB



Abbildung 6: Fotoaufnahme zweier Stimulationseber vor den Sauen

3.1.2. Datenerhebung zum Brunstverhalten

Zur Beschreibung des Brunstverhaltens der Sauen wurden durch 2-mal täglich durchgeführte BK unter Eberanwesenheit, jeweils um 8.00 Uhr und 16.00 Uhr, Duldbungsbeginn und -dauer erfasst. Mit der BK wurde zunächst, wie in dem Betrieb üblich, am 4. Tag nach dem Absetzen begonnen. Allerdings verlief die BK zu diesem Termin schon bei einigen Sauen positiv, d. h. der Duldungsreflex ließ sich durch den Besamungstechniker auslösen. Um den Duldungsbeginn bei allen Sauen zweifelsfrei erfassen zu können, wurde daher ab der vierten Besamungsgruppe bereits am dritten Tag nach dem Absetzen mit der BK begonnen.

In dieser Untersuchung wurde als Duldungsbeginn der Termin der ersten und als Duldungsende der Zeitpunkt der letzten positiven BK definiert. Dabei wurde als Einheit Tage nach dem Absetzen (d n. A.) festgelegt. Da der Abstand zwischen den Brunstkontrollen aus betriebsinternen Gründen nicht 12 h, sondern alternierend 8 und 16 h betrug, wurden für die jeweiligen BK-Termine am Vormittag (VM) ganze Tage und für die Termine am Nachmittag (NM) Drittel Tage festgesetzt, wobei eine Begrenzung auf zwei Dezimalstellen erfolgte. Somit wurde z. B. bei der ersten posi-

tiven BK am Montag VM 4 d n. A. bzw. am Montag NM 4,33 d n. A. als Duldungsbeginn (Db) eingetragen. Ausgehend von den so erfassten Duldungsdaten wurden, wie in der Literatur allgemein üblich (siehe Kapitel 2.3.2.), Östrusbeginn bzw. -ende als rechnerische Mitte zur vorherigen bzw. nachfolgenden BK festgesetzt. Die Umrechnung der Duldungs- in die Östrusdaten erfolgte durch folgende Formeln:

Östrusbeginn [d n. A.] =

$$= 1. \text{ Duldung [d n. A.] - } \frac{1. \text{ Duldung [d n. A.] - letzte neg. BK a. Duldung [d n. A.]}{2}$$

Östrusende [d n. A.] =

$$= 1. \text{ neg. BK p. Duldung [d n. A.] - } \frac{1. \text{ neg. BK p. Duldung [d n. A.] - letzte Duldung [d n. A.]}{2}$$

Aus diesen Östrusdaten wurden die Östrusdauer sowie der theoretische (rechnerische) Ovulationszeitpunkt zu Beginn des letzten Drittels der Östrusdauer nach folgenden Formeln für jede Sau mit bekanntem Östrusbeginn und -ende errechnet:

$$\text{Östrusdauer [h]} = (\text{Östrusende [d n. A.] - Östrusbeginn [d n. A.]}) \times 24 \text{ h}$$

Ovulationszeitpunkt [h n. A.] =

$$= ((\text{Östrusende [d n. A.] - Östrusbeginn [d n. A.]}) \times 24 \text{ h}) \times \frac{2}{3} + (\text{Östrusbeginn [d n. A.]}) \times 24 \text{ h})$$

Vom 4. bis einschließlich 7. Tag nach dem Absetzen erfolgte direkt vor Durchführung der BK die Erhebung folgender adspektorischer Daten an den Sauen:

- Grad von Schwellung und Rötung der Vulva:

Einteilung in 4 Grade: 0 = weder geschwollen, noch gerötet

1 = geringgradig (ggr.) geschwollen

2 = geschwollen oder gerötet

3 = geschwollen und gerötet

- Auftreten von Vaginalausfluss

(sowohl das Auftreten, als auch Farbe und Konsistenz des auftretenden Ausflusses wurden dokumentiert)

- Futteraufnahmeverhalten

(wurde nur vormittags beurteilt, da im Besamungszentrum die Fütterung per Hand einmal täglich gegen 7:00 Uhr erfolgte):

Einteilung in 4 Grade: 0 = keine Futteraufnahme (FA)

1 = sehr geringe FA

(weniger als die Hälfte des Futters aufgenommen)

2 = mäßige FA

(mehr als die Hälfte des Futters aufgenommen)

3 = gute FA (Trog leer)

- Rektaltemperatur

Während der BK wurde noch die Häufigkeit des Urinabsatzes der Sauen notiert.

Zur Datenerhebung im Stall diente der im Anhang 1 abgebildete Erfassungsbogen.

Für die Beschreibung des Verlaufes der Rektaltemperatur der einzelnen Sauen wurden jeweils die Messwerte des Vormittags mit dem Wert vom Vormittag des Folgetages bzw. die Nachmittagswerte der aufeinander folgenden Tage miteinander verglichen, um die circadianen Schwankungen der Körpertemperatur (JUNGE-WENTRUP und HOLZ, 1985; HENNE, 1991; SOEDE et al., 1997 b) auszuschalten. Da in der Literatur sowohl eine brunstbedingte Erhöhung des Temperaturprofils um 0,2 bis 0,3 °C (JUNGE-WENTRUP und HOLZ, 1985) als auch ein Abfallen der Rektaltemperatur vor bzw. zum Duldungseintritt (HENNE, 1991) beschrieben wird, wurden die Temperaturverläufe der einzelnen Sauen auf Erhöhungen um über 0,2 °C sowie Erniedrigungen um über 0,5 °C hin überprüft und der Zeitpunkt der jeweiligen Temperaturveränderung in Relation zum ermittelten Östrusbeginn sowie zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt gestellt.

3.1.3. Ovardiagnostik

Zur Überprüfung der Übereinstimmung des Ovulationsgeschehens in der Herde mit den rechnerisch ermittelten Ovulationszeitpunkten sowie zur Absicherung der gewählten Besamungszeitpunkte wurde bei einem Teil der in die Untersuchung einbezogenen Sauen eine Ovardiagnostik durchgeführt. Bei den Sauen der letzten 20 Untersuchungsgruppen erfolgte jeweils am 5. und am 6. d n. A. (bei einer Gruppe aus arbeitstechnischen Gründen nur am 6. d n. A.) im Anschluss an die BK/KB eine Beurteilung der Ovarien und ihrer Funktionskörper mittels bildgebendem Ultraschall (Ovardiagnostik). Die Untersuchungstermine wurden so festgelegt, da an diesen beiden Tagen die meisten Besamungen erfolgten (siehe Tabelle 26; Kapitel 4.2.).

Für die sonographischen Untersuchungen wurde ein netzbetriebenes Ultraschallgerät der Firma Aloka Co., Ltd mit einem 5-MHz-Linearschallkopf verwendet. Die Untersuchungen erfolgten an den stehenden, im Besamungsstand fixierten Sauen wie unter Kapitel 2.4.2. beschrieben. I. d R. konnten sowohl Anschnitte der Uterusschlingen als auch mindestens ein Ovar von der rechten Körperseite der Sau aus dargestellt werden. Falls gasgefüllte Darmschlingen das Auffinden der Ovarien behinderten, wurde durch Massagen des Bauchraumes der Tiere versucht, die Darmschlingen aus dem Untersuchungsgebiet zu drängen. Wenn die Untersuchungsergebnisse von der rechten Körperseite aus zweifelhaft waren, oder nicht mindestens ein Ovar darzustellen war, erfolgte die Untersuchung der Sau zusätzlich von der linken Seite aus. Alle an den Ovarien dargestellten Funktionskörper sowie der Ödematisierungsgrad des Uterus (nicht, ggr. oder hgr. ödematisiert) wurden dokumentiert. Uterus- und Ovarbefund wurden darauf hin überprüft, ob der je nach Zyklusstand zu erwartende physiologische Zusammenhang gegeben ist oder Abweichungen Hinweise auf pathologische Zustände geben. So wurden bei proöstrischen Sauen mit runden wachsenden Follikeln am Ovar hgr. ödematisierte Uterusschlingen erwartet, während der Ödematisierungsgrad der Uteri im Östrus (längsovale Follikel oder Hinweise auf eine bereits erfolgte Ovulation an den Ovarien) bereits abnimmt. Für die weitere Auswertung wurden anschließend nur noch die Ovarbefunde verwendet. Zufällig bei der Untersuchung erhobene Befunde wie bspw. Sedimentablagerungen in der Harnblase wurden notiert und an das Stallpersonal weitergegeben, gingen aber nicht in diese Arbeit ein.

Zur Befunderhebung während der Ovardiagnostik (OD) wurden zunächst Größe, Form und Echogenität aller darstellbaren Ovarstrukturen beschrieben. Anschließend

wurden die jeweiligen Befunde dem daraus zu schließenden Ovulationsstand der Sauen zugeordnet. Diese Zuordnung erfolgte unter Berücksichtigung sowohl der Beschreibung der einzelnen Strukturen in der Literatur als auch der eigenen durch wiederholte Untersuchungen einzelner Sauen während des Zyklus gewonnenen Erfahrungen. Hieraus ergab sich folgende Zuteilung der OD-Befunde zu einem der drei Ovulationsstadien:

- **noch keine Ovulationsanzeichen:**

In diese Kategorie fielen alle Befunde, bei denen nur runde Follikel dargestellt werden konnten. Diese Zuteilung erfolgte unabhängig von der Follikelgröße, da nach den Angaben von KEMP und SOEDE (1995) sowie WABERSKI und WEITZE (1998) anhand der Follikelgröße keine Vorhersage zum Ovulationszeitpunkt getroffen werden kann.

- **kurz vor oder in der Ovulation:**

Diesem Ovulationsstadium wurden alle Befunde zugeordnet, bei denen sich längsovale oder echogen stark begrenzte Follikel darstellen ließen; auch wenn diese Strukturen gemeinsam mit runden Follikeln vorlagen.

- **nach der Ovulation:**

Diese Beurteilung erfolgte, sobald sich ovulierte Follikel (*Cc. h.*) als stark echogene Streifen im Ovargewebe darstellten; auch wenn diese in Verbindung mit Follikeln jeglicher Art beobachtet wurden.

3.1.4. Ethologische Untersuchungen

Das Verhalten der Sauen sowie alle Eber-Sau-Interaktionen während der Brunstkontrollen und der Besamungen wurden mittels Videoaufzeichnungen dokumentiert. Hierzu erfolgte eine kontinuierliche Aufzeichnung ab der Einstellung der Sauen ins Besamungszentrum bis einschließlich der letzten notwendigen BK. Die Erstellung der Videoaufzeichnung erfolgte unter Nutzung der von HOY (1998) beschriebenen Infrarot-Videotechnik. Es kamen folgende (auch in Abbildung 4; Kapitel 3.1. zu sehende) Geräte zum Einsatz:

- zwei Restlichtkameras WV-BP 500 (Panasonic)
- zwei Langzeit-Videorecorder AG-TL 300 (Panasonic)
- zwei Infrarotstrahler WF-I/LED 40/230 mit Netzteil
- Kontrollmonitor WV-BM 80
- Videokassetten 240 min

Die Auswertung der Videobänder erfolgte mit Hilfe eines Videorecorders mit JOG-SHUTTLE-Funktion am Fernsehbildschirm. Mittels Strichliste wurden die folgenden Verhaltensweisen während aller Brunstkontrollen und Besamungen erfasst (siehe auch Anhang 2):

- Verhaltensparameter, die als versuchte Kontaktaufnahme zum Eber gewertet wurden:
 - Rüssel durch Absperrung strecken
 - Blickkontakt zu Eber (Drehen des Kopfes in Richtung des Ebers)
bei der 2-Eber-Gruppe Unterteilung in:
 - Blickkontakt zu Eber gesamt (Eber 1 + Eber 2)
 - Blickkontakt zu Eber 1
- Verhaltensparameter, der als Anzeichen der Rausche gewertete wurde:
 - Rücken krümmen und Ohren aufstellen
- Verhaltensparameter, die auf eine Stimulation durch den Eber hinweisen:
 - kurzer Rüsselscheibenkontakt (< 2 sec)
 - langer Rüsselscheibenkontakt (mind. 2 sec)
 - Eber steigt an Absperrung hoch
- Verhaltensparameter, der als Übersprungshandlung auf eine Erregungs- bzw. Belastungssituation hinweist
 - Stangenbeißen der Sau
- Verhaltensparameter zur Beurteilung der Ausprägung des Duldungsreflexes während der KB:
 - Bewegungsintensität (Unterteilung in geringgradige (ggr.), hochgradige (hgr.) und durchgehende Unruhe)
 - zusätzliche manuelle Stimulation während oder direkt nach der KB

Zusätzlich wurde für jede Besamung deren Zeitdauer ermittelt und notiert. In Tabelle 8 sind alle bei der Videoauswertung aufgenommenen Verhaltensparameter und deren Definitionen zusammengestellt. Für die Dauer der Besamung wurde als Beginn bzw. Ende der KB jeweils das Aufsetzen bzw. Abnehmen des Besamungsbügels definiert, da diese Handlung auf den Videoaufnahmen eindeutiger zu erkennen war als das Einführen bzw. Herausziehen des Besamungskatheters und i. d. R. direkt vor bzw. nach diesem erfolgte.

Tabelle 8: Verhaltensparameter und deren Definitionen für die Auswertung der Videoaufzeichnungen während der BK und KB

Parameter	Definition
Rüssel durch Absperrung strecken	Sau streckt die gesamte Rüsselscheibe zwischen den waagrecht verlaufenden Gitterstäben am Kopfende des Kastenstandes hindurch
Blickkontakt zu Eber	Deutliches Drehen des Kopfes der Sau in Richtung des Ebers; nicht während Rüsselkontakt oder wenn der Eber an der Absperrung hochsteigt
Rücken krümmen und Ohren aufstellen	Sau steht mit leicht gekrümmtem Rücken und etwas gesenktem Kopf vollkommen regungslos; zählt so lange als einmal, bis die Sau sich deutlich bewegt (steht die Sau während der gesamten Zeitphase regungslos, so wird dies mit einem Strich dokumentiert)
Stangenbeißen	Sau nimmt einen Gitterstab der Kastenstandbegrenzung ins Maul; als einmal zählt so lange, bis die Stange wieder ganz aus dem Maul heraus ist
Rüsselkontakt zu Eber	Berührung der Rüsselscheiben von Eber und Sau. Wird unterteilt in kurz, mit einer Dauer der Berührung von unter 2 sec und lang mit mind. 2 sec
Eber steigt an Absperrung hoch	Der Eber stellt mindestens eine Vordergliedmaße auf den Futtertrog oder die vordere Kastenstandbegrenzung der Sau
Hinlegen	Sau legt sich im Besamungsstand hin
ggr. Unruhe während der KB	Sau tritt im Kastenstand seitlich hin und her oder verlagert deutlich sichtbar das Gewicht, ohne sich aber von der Stelle zu bewegen, oder dreht den Kopf langsam Richtung Eber, ohne sich sonst zu bewegen
hgr. Unruhe während der KB	Sau zeigt heftige Bewegungen, tritt im Kastenstand vor oder zurück oder bewegt den Kopf gleichzeitig mit den Beinen
man. Stimulation	Rückendruck durch den Besamungstechniker; wird je nachdem, ob die Sau noch durch den Besamungsbügel stimuliert wird, unterteilt in „während“ und „nach der KB“
KB-Dauer	Zeitdauer vom Aufsetzen bis zur Abnahme des Besamungsbügels

Die Erfassung der Verhaltensweisen erfolgt getrennt nach den folgenden Zeitphasen (wobei auch die Dauer der einzelnen Zeitphasen dokumentiert wird):

- Vorbereitung der BK bzw. KB
(Schließen der Tore im Eberlaufgang und BK/KB bei den nicht videoüberwachten Sauen)
- Eber ist vor der Nachbargruppe fixiert
(für die Sauen auf den Standplätzen 1-4 erfolgt diese Zeitphase bevor ein Eber vor diesen Tieren fixiert wurde und für die Sauen auf den Plätzen 5-8 danach)
- Eber 1 ist vor der Gruppe fixiert
(wird bei Durchführung der KB noch zusätzlich unterteilt in vor, während und nach der KB)
- Eber 2 ist vor der Gruppe fixiert
(nur für die Sauen der 2-Eber-Gruppe)

(zur Einteilung der Zeitphasen siehe auch Abbildung 5 im Kapitel 3.1.1.)

Zusätzlich wird zur Dokumentation des Anhaltens der Stimulationswirkung nach der KB (die für den Spermientransport im weiblichen Genitaltrakt von Bedeutung ist; siehe Kapitel 2.2.2.2.) noch die Häufigkeit und die Dauer der Immobilisation der Sauen als „Immobilisation nach KB-Ende“ („Immobilisation *p.* KB“) erfasst. Die Definition für den Verhaltensparameter „Immobilisation *p.* KB“ entspricht dem für „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ (siehe Tabelle 8); lediglich die Beobachtungszeit für die Aufnahme der beiden Verhaltensparameter variiert. Während der Parameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ innerhalb der gesamten Zeitdauer der BK aller Sauen (also ab dem Schließen der Tore im Eberlaufgang bis sich kein Eber mehr im Eberlaufgang befindet) erfasst wird, beginnt die Beobachtungszeit für den Parameter „Immobilisation *p.* KB“ individuell mit dem Ende der KB der entsprechenden Sau (Abnehmen des Besamungsbügels) und endet, wenn über einen Zeitraum von 5 Minuten keine Immobilisation mehr beobachtet wird (also i. d. R. über die Dauer der Zeitdauer der BK hinaus).

Während der Stallruhezeiten wurde für jede Sau das Aktivitätsverhalten anhand der Videoaufnahmen ausgewertet, indem sowohl die Häufigkeit des Aufstehens und Hinlegens sowie die Gesamtliegedauer erfasst wurden. Die Erfassung erfolgte tagesweise. Der Beobachtungstag begann jeweils nach Ende der BK am VM bzw. - für die

Tage ohne BK - nach der Fütterung und endete vor der Fütterung am darauf folgenden Morgen. Am Einstellungstag begann die Beobachtung mit dem Einstellen der letzten Sau aus der Stimulationsbucht ins Besamungszentrum. Die Zeiten, zu denen die Ultraschall-Untersuchungen durchgeführt wurden, sowie die BK am Nachmittag wurden nicht berücksichtigt. Auch anderweitige Störungen wie bspw. tierärztliche Untersuchungen während der Stallruhezeiten am Tag wurden aus der Auswertung herausgenommen. Für die Auswertung wurden nur Daten berücksichtigt, für die eine Gesamtbeobachtungszeit von mind. zwei Dritteln der Gesamttagesdauer (mind. 960 Minuten) gegeben war.

3.1.5. Erfassung der Reproduktionsergebnisse

Aus den anhand der Brunst- und Umrauschkontrollen sowie der TU und nach der Abferkelung der Sauen ermittelten Daten wurden Östrusrate (ÖR), Umrauscherrate (UR), Non-return-Rate, Trächtigkeitsrate (TR) und Abferkelrate (AFR) in Anlehnung an SCHNURRBUSCH und HÜHN (1994 a) sowie SCHNURRBUSCH (2006 und 2007) und BUSCH (2009) nach den folgenden Definitionen ermittelt. Die ÖR wurde als prozentualer Anteil der Sauen, bei denen die BK bis zum 8. d n. A. mindestens einmal positiv verlief, an den in die Untersuchung aufgenommenen Sauen ermittelt (ÖR_8). Die UR wurde errechnet als prozentualer Anteil der umrauschenden an den belegten Sauen. Zur Berechnung der UR wurden sowohl die während der Umrauschkontrolle ermittelten, zyklisch umrauschenden Sauen als auch vom Stallpersonal erfasste azyklisch umrauschende Sauen berücksichtigt. Die Non-return-Rate sowie die TR wurden als prozentuale Anteile der nicht umgerauschten bzw. bei der TU als gravid diagnostizierten Sauen an den belegten Sauen und die AFR als Anteil der zur Abferkelung gekommenen Tiere an den belegten Sauen erfasst. Aus den Abferkelergebnissen wurde nach den beiden folgenden Formeln der Ferkelindex ermittelt, wobei der Ferkelindex I die Anzahl der gesamt geborenen Ferkel (GGF) nach 100 Erstbelegungen und der Ferkelindex II die Anzahl GGF je 100 zur Besamung aufgestellter Sauen angibt.

$$\text{Ferkelindex I} = \frac{\text{Anzahl der abgeferkelten Sauen} \times 100}{\text{Anzahl der belegten Sauen}} \times \text{GGF}$$

$$\text{Ferkelindex II} = \frac{\text{Anzahl der abgeferkelten Sauen} \times 100}{\text{Anzahl der zur Besamung aufgestellten Sauen}} \times \text{GGF}$$

3.1.6. Ausschlusskriterien

Um die Praxisnähe der Untersuchung zu gewährleisten, wurden bewusst zunächst alle Sauen, die während des Untersuchungszeitraumes zur Besamung aufgestellt wurden, in die Untersuchung eingeschlossen. Für die Auswertung mussten allerdings je nach Auswertungs-Parameter unterschiedliche Ausschlusskriterien festgelegt werden. Diese sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9: Übersicht zu den festgelegten Ausschlusskriterien.

untersuchter Parameter	Ausschlusskriterien (für einige Tiere treffen mehrere Ausschlusskriterien zu)	Sauen, die das Ausschlusskriterium erfüllen [Anzahl]	in die Auswertung eingehende Sauen [Anzahl]
Absetz-Östrus-Intervall	JS unbekannter Db vorh. Zyklus o. D. keine Duldung	45 19 4 20 (8 AS + 12 JS)	343
Östrusdauer	unbekannter Db unbekanntes De keine Duldung	19 3 20 (8 AS + 12 JS)	374
Östrusrate ₈	JS vorh. Zyklus o. D. Umrauscher	45 4 4 (3 AS + 1 JS)	371
Leistungsdaten			
• UR, TR Non-return-Rate	keine Belegung NS tot ohne TU	28 11 4	373
• AFR, Ferkelindex I	zusätzlich noch: tot nach TU	5	368
• Ferkelindex II	Schlachtsau NS tot vor Abferkelung	3 11 9	393

Erklärungen zur Tabelle 9:

JS = Jungsauen

AS = Altsau

unbekannter Db = unbekannter Duldungsbeginn;
dies betrifft 15 Sauen (AS) aus den ersten drei Besamungsgruppen, die bereits bei der ersten BK den Duldungsreflex zeigten, sowie 4 Sauen (3 AS + 1 JS), die nach positiver Umrauschkontrolle erneut zur Besamung aufgestellt wurden (Duldungsbeginn nicht sicher bekannt, da Umrauschkontrolle in größeren Intervallen erfolgt als BK).

vorh. Zyklus o. D. = vorheriger Zyklus ohne Duldung;
betrifft 3 Sauen, die, nachdem sie innerhalb von 8 Tagen nach dem Absetzen keine Duldung zeigten, mit der folgenden Gruppe abgesetzter Sauen erneut zur Besamung aufgestellt wurden

Umrauscher = 3 AS sowie 1 JS wurden, nachdem sie umgerauscht hatten, erneut zur Besamung aufgestellt

keine Duldung = Sauen ohne Duldung innerhalb von 8 d nach dem Absetzen

keine Belegung = nicht belegt wurden 24 Sauen, die keine Duldung innerhalb von 8 d n. A. zeigten, 1 Sau mit zu kurzer Duldung sowie 3 Sauen, die zur Schlachtung vorgesehen waren (Schlachtsau)

NS = im Natursprung belegte Sauen

tot ohne TU = Sauen, die nach der Besamung mit unbekanntem Trächtigkeitsstatus verendeten oder getötet werden mussten

tot nach TU = Sauen, die nach erfolgter Graviditätsdiagnose vor der Abferkelung verendeten oder getötet werden mussten

3.1.7. Statistische Bearbeitung der Daten

Alle erhobenen Daten wurden in Excel-Dateien eingegeben. Zur Prüfung auf Plausibilität sowie zur Beschreibung der Daten erfolgten eine deskriptive Statistik (Mittelwert, Min., Max., n) und die Berechnung von Häufigkeiten. Die Prüfung auf Signifikanz der Unterschiede im Mittelwertvergleich erfolgte mit Hilfe des Statistik-Programmpakets SPSS (Statistical Package for Social Science, Version 12.0), wobei zunächst eine Prüfung auf Normalverteilung der Daten durchgeführt wurde. Die Mittelwertunterschiede normal verteilter Daten wurden durch den paarweisen Mittelwertvergleich im t-Test bzw. den Vergleich multipler Mittelwerte mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Test untersucht. Für nicht normal verteilte Daten kam der Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung. Qualitative Merkmale (wie z. B. Anteil der Sauen, die kein Stangenbeißen während der BK bzw. keine Unruhe während der KB zeigten sowie UR, TR und AFR) wurden mittels Kreuztabelle und Chi-Quadrat-Test nach Pearson auf Unterschiede untersucht.

Bei der Auswertung der ethologischen Parameter wurde zur Prüfung auf Signifikanz der Mittelwertunterschiede für die KB-Termine der Sauen die kumulative Anzahl der Verhaltensparameter über die gesamte Zeitdauer (vom Schließen der Tore im Eberlaufgang bis kein Eber mehr vor den Sauen fixiert ist) gebildet.

Ausgehend von der statistisch ermittelten Irrtumswahrscheinlichkeit (p) wurde die Ausprägung der Signifikanz folgendermaßen eingeteilt:

$p < 0,001$	höchst signifikanter Unterschied (***)
$p < 0,01$	hoch signifikanter Unterschied (**)
$p < 0,05$	signifikanter Unterschied (*)

4. Ergebnisse

4.1. Brunstverhalten

Der Duldungsbeginn und davon ausgehend das Absetz-Östrus-Intervall (A-Ö-I) konnten für 343 Sauen ermittelt werden. Das A-Ö-I beträgt im Mittel über alle Sauen 4,33 Tage mit einer Schwankungsbreite von 3,17 bis 7,17 Tagen (siehe Tabelle 10). Der Vergleich mittels Mann-Whitney-U-Test ergibt für die Sauen der 1-Eber-Gruppe mit 4,21 d ein hoch signifikant kürzeres A-Ö-I als für die Sauen der 2-Eber Gruppe mit 4,46 d. Dieser statistische Unterschied bleibt auch bestehen, wenn man nur die videoüberwachten Sauen, also nur die Tiere, die in der Stimulationsbucht (StiBu) waren, berücksichtigt.

Tabelle 10: Mittelwert, Minimum und Maximum des Absetz-Östrus-Intervalles

Stichprobe			Absetz-Östrus-Intervall [d]			n
			Min.	Max.	Mittelwert	
alle AS	gesamt	gesamt	3,17	7,17	4,33	343
		Eber in StiBu	3,17	6,17	4,29	109
		kein Eber in StiBu	3,17	7,17	4,35	234
	1-Eber-Gruppe	gesamt	3,17	7,17	4,21 ^{***a}	176
		Eber in StiBu	3,17	6,17	4,13	62
		kein Eber in StiBu	3,17	7,17	4,25	114
	2-Eber-Gruppe	gesamt	3,17	6,67	4,46 ^{***a}	167
		Eber in StiBu	3,67	5,67	4,49	47
		kein Eber in StiBu	3,17	6,67	4,44	120
video-überwachte AS (Stimulationsbucht-sauen)	gesamt	gesamt	3,17	6,67	4,35	243
		Eber in StiBu	3,17	6,17	4,29	109
		kein Eber in StiBu	3,17	6,67	4,40	134
	1-Eber-Gruppe	gesamt	3,17	6,17	4,18 ^{***b}	124
		Eber in StiBu	3,17	6,17	4,13	62
		kein Eber in StiBu	3,17	6,17	4,22	62
	2-Eber-Gruppe	gesamt	3,17	6,67	4,53 ^{***b}	119
		Eber in StiBu	3,67	5,67	4,49	47
		kein Eber in StiBu	3,17	6,67	4,55	72

**: gleiche Buchstaben kennzeichnen hoch signifikante Unterschiede ($p < 0,01$)

Aus Abbildung 7 wird ersichtlich, dass das kürzere mittlere A-Ö-I bei den Sauen der 1-Eber-Gruppe v. a. darauf zurückzuführen ist, dass der Duldungsbeginn bei relativ vielen Sauen dieser Gruppe, im Vergleich zu den Sauen der 2-Eber-Gruppe, bereits auf den Sonntagnachmittag fiel (14,8 % vs. 1,2 %). Ein Einfluss des Aufenthaltes in der Stimulationsbucht sowie der Eberanwesenheit in der Stimulationsbucht auf das A-Ö-I kann statistisch nicht gesichert werden. Aber die in der Stimulationsbucht ermittelte Rangposition der Tiere innerhalb der Besamungsgruppe zeigt einen deutlichen Einfluss auf das A-Ö-I. Für die rangniederen Sauen (Rangplätze 5-8) wurde mit 4,44 d im t-Test ein hoch signifikant längeres A-Ö-I ermittelt als für die ranghohen Tiere mit 4,26 d (Rangplätze 1-4).

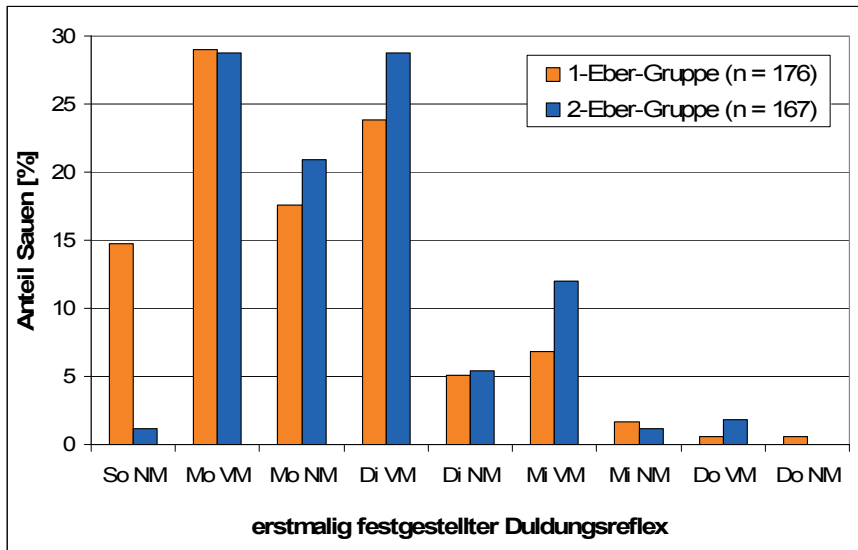


Abbildung 7: Verteilung der Absetz-Duldungs-Intervalle

Die Östrusdauer ist für 374 Sauen zu ermitteln und liegt im Bereich von 12 bis 132 Stunden. Im Mittel beträgt sie 58,1 Stunden (Tabelle 11). Der Vergleich im t-Test ergibt für die Sauen der 1-Eber-Gruppe mit knapp 60 h eine signifikant längere Östrusdauer als für die Tiere der 2-Eber-Gruppe (56,5 h). Berücksichtigt man bei der Auswertung allerdings nur die videoüberwachten Sauen (nach Aufenthalt in der Stimulationsbucht), so lässt sich der Unterschied in der Östrusdauer zwischen den beiden Untersuchungsgruppen statistisch nicht mehr sichern. Die Eberanwesenheit in der

Stimulationsbucht hat ebenfalls keinen erkennbaren Einfluss auf die mittlere Östrusdauer, verringert aber die Spannweite. Während 1,1 % aller untersuchten Sauen eine sehr lange Östrusdauer von über 96 h und 3 Sauen eine sehr kurze Östrusdauer von unter 24 h aufwiesen, ist dies bei keiner der Sauen der Fall, die gemeinsam mit einem Eber in der Stimulationsbucht waren (Abbildung 8).

Tabelle 11: Mittelwert, Minimum und Maximum der Östrusdauer

			Östrusdauer [h]			n
			Min.	Max.	Mittelwert	
alle Sauen	gesamt	gesamt	12	132	58,10	374
		Eber in StiBu	24	96	61,56	108
		kein Eber in StiBu	12	132	56,69	266
	1-Eber-Gruppe	gesamt	12	132	59,78 *	181
		Eber in StiBu	24	96	63,74	61
		kein Eber in StiBu	12	132	57,77	120
	2-Eber-Gruppe	gesamt	12	108	56,52 *	193
		Eber in StiBu	24	84	58,72	47
		kein Eber in StiBu	12	108	55,81	146
video-überwachte Sauen (Stimulationsbucht-sauen)	gesamt	gesamt	24	132	60,70	240
		Eber in StiBu	24	96	61,56	108
		kein Eber in StiBu	24	132	60,00	132
	1-Eber-Gruppe	gesamt	24	132	62,28	121
		Eber in StiBu	24	96	63,74	61
		kein Eber in StiBu	36	132	60,80	60
	2-Eber-Gruppe	gesamt	24	108	59,09	119
		Eber in StiBu	24	84	58,72	47
		kein Eber in StiBu	24	108	59,33	72

*: der Unterschied zwischen den gekennzeichneten Werten ist signifikant ($p < 0,05$)

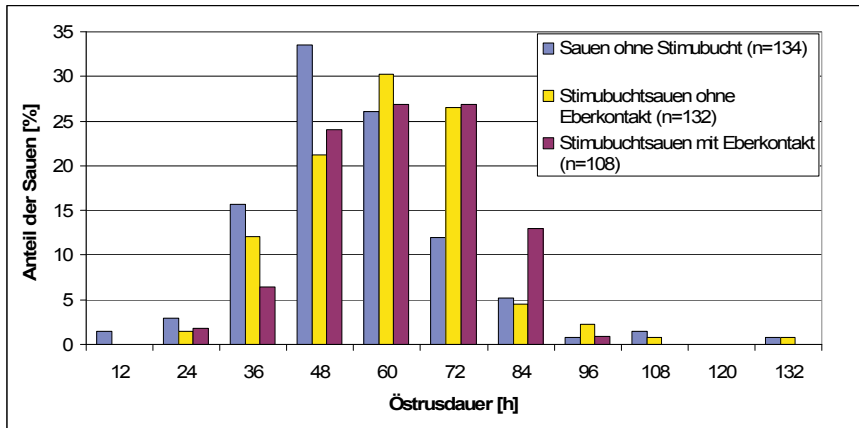


Abbildung 8: Verteilung der Östrusdauer

Aus arbeitstechnischen und betrieblichen Gründen konnten nicht von allen Sauen zu jedem Untersuchungstermin alle adspektorischen Daten erhoben werden. Tabelle 12 gibt einen Überblick über die Stichprobenumfänge der erhobenen adspektorischen Daten.

Tabelle 12: Stichprobenumfänge der im Stall erhobenen adspektorischen Daten

Zeitpunkt der Daten- erhebung	Anzahl der je Parameter untersuchten Sauen				
	Rektal- temperatur	Grad der Vulvaöde- matisierung	Vaginal- ausfluss	Futter- aufnahme	Urinabsatz während der BK
4 d n. A.	291	292	292	297	411
4,33 d n. A.	315	315	315		414
5 d n. A.	316	316	316	317	415
5,33 d n. A.	316	316	316		415
6 d n. A.	315	316	316	304	416
6,33 d n. A.	305	305	305		405
7 d n. A.	304	304	304	305	404
7,33 d n. A.	302	302	302		390
Summe	2464	2466	2466	1223	3270
1-Eber-Gr.	1610	1611	1611	804	1612
2-Eber-Gr.	854	855	855	419	1658

Grad der Vulvaödematierung

Während der Adspektion der Vulva wurde bei 205 der untersuchten Sauen (64,9 %) mind. einmal innerhalb der Beobachtungszeit der Ödematisierungsgrad 3 (Vulva geschwollen und gerötet) erreicht, wobei 114 Sauen bereits bei der ersten Adspektion am Montagvormittag mit Grad 3 beurteilt wurden. Beginn und Ende der Vulvaödematierung für die einzelnen Sauen sind aus Tabelle 13 ersichtlich.

Tabelle 13: Beginn und Ende der maximalen Ödematisierung der Vulva (Grad 3)

Adspektions-termin	Sauen mit 1. Mal Vulva-Grad 3		Sauen mit Rückgang der Vulva-Ödematisierung von Grad 3	
	[Anzahl]	[%] *	[Anzahl]	[%] *
Mo VM	114	55,61	-	-
Mo NM	46	22,44	38	18,54
Di VM	29	14,15	56	27,32
Di NM	10	4,88	48	23,41
Mi VM	2	0,98	35	17,07
Mi NM	3	1,46	14	6,83
Do VM	1	0,49	12	5,85
Do NM	0	0,0	2	0,98

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 2 Dezimalstellen gerundet;
Differenz der Summe zu 100,00 durch Rundungsfehler

109 Sauen (34,5 %) erreichten max. Grad 2 (Vulva geschwollen oder gerötet) und bei zwei Tieren wurde während der gesamten Beobachtungszeit maximal eine geringgradige Vulvaschwellung (Grad 1) festgestellt. Von den Sauen, deren Vulva max. mit Grad 2 beurteilt wurde, bestand bei 68 % dieser Vulva-Grad bereits bei der ersten Adspektion am Montagvormittag. Die übrigen Tiere erreichten diesen Ödematisierungsgrad bis spätestens Mittwochvormittag (siehe Tabelle 14). Bei 14 Sauen wurde die Vulva bei der letzten Untersuchung am Donnerstagnachmittag noch mit Grad 2 beurteilt; bei diesen Tieren konnte während der Beobachtungszeit kein Rückgang der Vulva-Ödematisierung erkannt werden.

Tabelle 14: Beginn und Ende der maximalen Vulva-Ödematisierung für Sauen, bei denen lediglich eine Rötung oder Schwellung der Vulva (Grad 2) erreicht wurde

Adspektions- termin	Sauen mit 1. Mal Vulva- Grad 2		Sauen mit Rückgang der Vulva- Ödematisierung von Grad 2	
	[Anzahl]	[%] *	[Anzahl]	[%] *
Mo VM	74	67,89	-	-
Mo NM	23	21,10	1	0,92
Di VM	10	9,17	5	4,59
Di NM	1	0,92	12	11,01
Mi VM	1	0,92	35	32,11
Mi NM	0	0,00	14	12,84
Do VM	0	0,00	15	13,76
Do NM	0	0,00	13	11,93
kein Rückgang des Ödematisierungsgrades 2 bis Do NM			14	12,84

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 2 Dezimalstellen gerundet

Von den Sauen, die eine Vulvaödematisierung Grad 3 erreichten, ist bei 186 Tieren der Duldungsbeginn (Db) und für 183 die Duldungsdauer, aus der sich der theoretische Ovulationszeitpunkt errechnen lässt, sicher bekannt. Bei diesen Tieren erfolgt ein Rückgang von Grad 3 zwischen 40 h vor und 56 h nach dem Duldungsbeginn (Mittelwert: 16 h nach Db) bzw. zwischen 80 h vor und 24 h nach dem errechneten Ovulationszeitpunkt (Mittelwert: 16 h vor der Ovulation). Für die Tiere, deren Vulvaödematisierung max. Grad 2 erreichte und während der Beobachtungszeit wieder rückläufig war (n = 95) liegen bei 86 Sauen der Duldungsbeginn und bei 85 Tieren der errechnete Ovulationszeitpunkt vor. Bei diesen Sauen kommt es zwischen 24 h vor und 96 h nach dem Duldungsbeginn (Mittelwert: 46 h nach Db) bzw. zwischen 44 h vor und 60 h nach dem errechneten Ovulationszeitpunkt (Mittelwert: 13 h nach der Ovulation) zum Rückgang der Vulvaödematisierung.

In Tabelle 15 ist der Zeitpunkt des Rückgangs der Vulvaödematisierung in Relation zum Duldungsbeginn der Sauen und in Tabelle 16 zum theoretischen (errechneten) Ovulationszeitpunkt aufgeführt. Für die zeitliche Beziehung zum Duldungsbeginn in Tabelle 15 wird die Anzahl der Brunstkontrollen (BK) vor bzw. nach dem Duldungs-

beginn (Db) angegeben, zu der der Ödematisierungsrückgang beobachtet wurde. Hierbei handelt es sich bei 2 BK um 1 d (24 h) und bei 1 BK um 0,33 d (8 h) bzw. 0,67 d (16 h) je nachdem ob der Duldungsbeginn auf die BK am VM oder am NM fällt. Für Tabelle 16 wurden jeweils die Differenzen zwischen dem Zeitpunkt des Rückganges der Vulvaödematisierung [h n. A.] und dem errechneten Ovulationszeitpunkt [h n. A.] gebildet. Um den gesamten Bereich von 80 h a. ov. bis 60 h p. ov. übersichtlich darstellen zu können wurden die Werte in Klassen je 6 h eingeteilt.

Wie aus den Tabellen 15 und 16 ersichtlich ist, wurde bei den meisten Tieren einen Tag nach dem Duldungsbeginn bzw. 15 bis 20 Stunden vor dem rechnerischen Ovulationszeitpunkt ein Rückgang der Vulvaödematisierung registriert. Bei Sauen, deren Ödematisierungsgrad maximal mit 2 beurteilt wurde, erfolgte der Rückgang der Ödematisierung später in Relation zum Duldungsbeginn bzw. Ovulationszeitpunkt als bei den Sauen, deren Vulva mit Grad 3 beurteilt wurde.

Tabelle 15: Zeitliche Beziehung zwischen Rückgang der Vulvaödematisierung und Duldungsbeginn

Zeitpunkt des Rückgangs der Vulvaödematisierung	Sauen mit Vulva- ödematisierung bis Grad 3 (n = 186)		Sauen mit Vulva- ödematisierung nur bis Grad 2 (n = 86)	
	[Anzahl]	[%] *	[Anzahl]	[%] *
3 BK vor Db	3	1,6	0	0,0
2 BK vor Db	4	2,2	1	1,2
1 BK vor Db	10	5,4	1	1,2
gleichzeitig mit Db	23	12,4	3	3,5
1 BK nach Db	51	27,4	6	7,0
2 BK nach Db	68	36,6	10	11,6
3 BK nach Db	14	7,5	12	14,0
4 BK nach Db	12	6,5	24	27,9
5 BK nach Db	1	0,5	10	11,6
6 BK nach Db	0	0,0	12	14,0
7 BK nach Db	0	0,0	5	5,8
8 BK nach Db	0	0,0	2	2,3

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 1 Dezimalstelle gerundet;
Differenz der Summe zu 100,0 durch Rundungsfehler

Tabelle 16: Zeitliche Beziehung zwischen Rückgang der Vulvaödematierung und theoretischem Ovulationszeitpunkt

Zeitpunkt des Rückgangs der Vulvaödematierung	Sauen mit Vulva- ödematierung bis Grad 3		Sauen mit Vulva- ödematierung nur bis Grad 2	
	[Anzahl]	[%] *	[Anzahl]	[%] *
80 bis 75 h a. ov.	1	0,6	0	0,0
74 bis 69 h a. ov.	1	0,6	0	0,0
68 bis 63 h a. ov.	1	0,6	0	0,0
62 bis 57 h a. ov.	0	0,0	0	0,0
56 bis 51 h a. ov.	3	1,6	0	0,0
50 bis 45 h a. ov.	3	1,6	0	0,0
44 bis 39 h a. ov.	11	6,0	3	3,5
38 bis 33 h a. ov.	7	3,8	1	1,2
32 bis 27 h a. ov.	14	7,7	0	0,0
26 bis 21 h a. ov.	22	12,0	1	1,2
20 bis 15 h a. ov.	42	23,0	5	5,9
14 bis 9 h a. ov.	13	7,1	3	3,5
8 bis 3 h a. ov.	29	15,9	3	3,5
2 h a. bis 3 h p. ov.	14	7,7	7	8,2
4 bis 9 h p. ov.	16	8,7	17	20,0
10 bis 15 h p. ov.	2	1,1	4	4,7
16 bis 21 h p. ov.	1	0,6	14	16,5
22 bis 27 h p. ov.	3	1,6	4	4,7
28 bis 33 h p. ov.	0	0,0	7	8,2
34 bis 39 h p. ov.	0	0,0	4	4,7
40 bis 45 h p. ov.	0	0,0	7	8,2
46 bis 51 h p. ov.	0	0,0	1	1,2
52 bis 57 h p. ov.	0	0,0	2	2,4
58 bis 63 h p. ov.	0	0,0	2	2,4

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 1 Dezimalstelle gerundet;

Differenz der Summe zu 100,0 durch Rundungsfehler

Vaginalausfluss

Während der Adspektion der Vulva wurde bei etwa einem Viertel der Untersuchungen (26,6 %) das Auftreten von Vaginalausfluss beobachtet. Häufigkeit sowie Farbe und Konsistenz des erfassten Vaginalausflusses sind in Tabelle 17 dargestellt.

Aus Abbildung 9 wird ersichtlich, dass sich die Farbe und Konsistenz des Vaginalausflusses innerhalb der Beobachtungszeit verändert hat. Während an den ersten beiden Untersuchungstagen v. a. farbloser, seröser bzw. trüb honigfarbener, pappiger Ausfluss auftrat, konnte ab dem 5. d n. A. vermehrt trüb weiß bis weiß-grauer, seröser und weiß bzw. weißlich-gelber, muköser Ausfluss beobachtet werden.

Bei 265 (83,9 %) der untersuchten Sauen wurde mind. einmal während der Beobachtungszeit Vaginalausfluss festgestellt. Häufigkeit und durchschnittliche Dauer des jeweiligen Ausflusstyps sind aus Tabelle 18 ersichtlich. 51 Tiere zeigten über den gesamten Untersuchungszeitraum keinen Vaginalausfluss.

Tabelle 17: Häufigkeit sowie Farbe und Konsistenz des während der einzelnen Adspektionen beobachteten Vaginalausflusses

Vaginalausfluss		Untersuchungs- ergebnisse	
Farbe	Konsistenz	[Anzahl]	[%] *
klar, farblos	serös	114	4,6
trüb honigfarben	klebrig	79	3,2
trüb weiß bis weiß-grau	serös	176	7,1
weiß	mukös	208	8,4
weißlich-gelb	mukös	61	2,5
tiefgelb, gelb-grünlich oder gelb-bräunlich	mukös	14	0,6
rötlich	seromukös	4	0,2
kein Vaginalausfluss		1810	73,4

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 1 Dezimalstelle gerundet

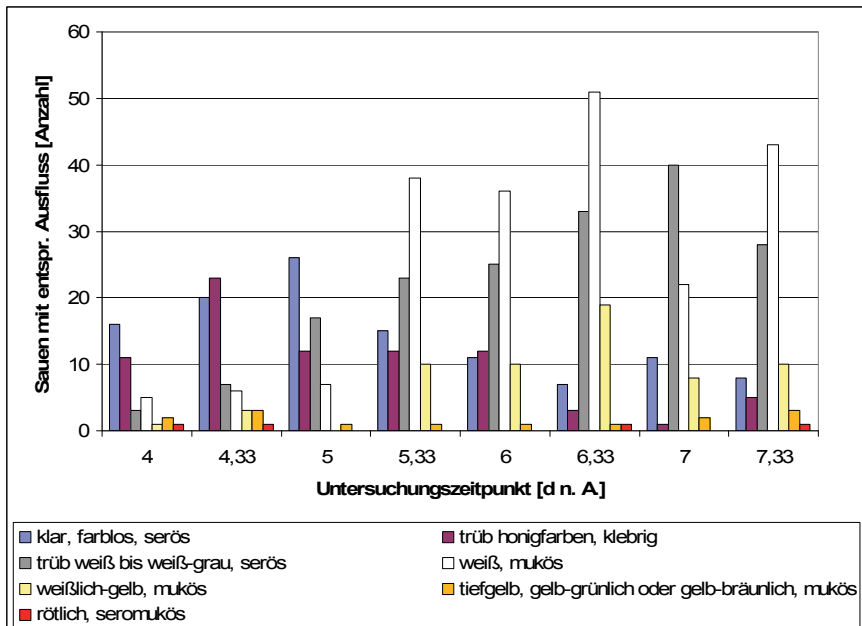


Abbildung 9: Farbe und Konsistenz des jeweils beobachteten Vaginalausflusses

Tabelle 18: Häufigkeit sowie Farbe und Konsistenz des Vaginalausflusses der einzelnen Sauen

Vaginalausfluss		Sauen *		Häufigkeit des Ausflusstyps je Sau [BK]		
Farbe	Konsistenz	[Anzahl]	[%]	Mittel	Min.	Max.
klar, farblos	serös	84	26,58	1,36	1	4
trüb honigfarben	pappig	64	20,25	1,23	1	3
trüb weiß bis weiß-grau	serös	126	39,87	1,40	1	5
weiß	mukös	138	43,67	1,51	1	4
weißlich-gelb	mukös	46	14,56	1,33	1	3
tiefgelb, gelb-grünlich oder gelb-bräunlich	mukös	9	2,85	1,56	1	3
rötlich	seromukös	3	0,95	1,33	1	2
kein Vaginalausfluss		51	16,14			

*: Summe > Anzahl der untersuchten Sauen, da mehrere Ausflusstypen je Sau auftraten.

Das zeitliche Auftreten des Ausflusses relativ zum jeweiligen Db der Sauen ist in Tabelle 19 dargestellt. Abbildung 10 zeigt für den Untersuchungszeitraum mit einem Stichprobenumfang von mind. 100 (2 BK vor Db bis 7 BK nach Db) die prozentuale Verteilung der verschiedenen Ausflusstypen. Aus den Abbildungen 11 und 12 wird die Verteilung des Auftretens einzelner Ausflusstypen relativ zum Db bzw. zur ersten Belegung ersichtlich.

Tabelle 19: Verteilung des Auftretens der verschiedenen Vaginalausflusstypen relativ zum Duldungsbeginn

Vaginalausfluss	<i>Anzahl der Sauen mit entspr. Vaginalausfluss zum Untersuchungszeitpunkt [BK nach Db]</i>													
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
klar, farblos, serös	1	1	0	1	6	22	21	12	7	8	3	5	3	1
trüb honigfarben, pappig	0	1	1	5	5	12	18	17	1	5	2	1	2	1
trüb weiß bis weiß-grau, serös	0	0	0	0	4	7	15	25	30	34	31	15	9	1
weiß, mukös	0	1	0	0	6	3	8	21	50	46	31	15	10	1
weißlich-gelb, mukös	0	0	1	0	1	1	2	2	22	8	8	8	7	0
tiefgelb, gelb- grünlich oder -bräunlich, mukös	0	1	1	1	0	1	2	0	2	3	1	1	0	1
rötlich, seromukös	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
kein Vaginalausfluss	11	26	42	107	141	200	211	197	158	141	149	105	74	21
Vaginalausfluss gesamt	1	4	3	8	23	46	66	77	112	104	78	45	31	5
n	12	30	45	115	164	246	277	274	270	245	227	150	105	26

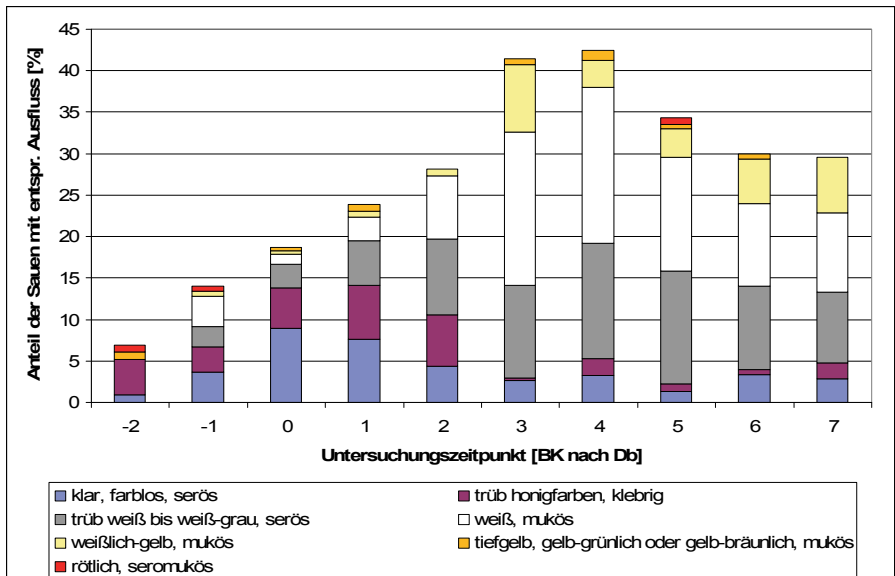


Abbildung 10: Farbe und Konsistenz des jeweils beobachteten Vaginalausflusses relativ zum Duldungsbeginn

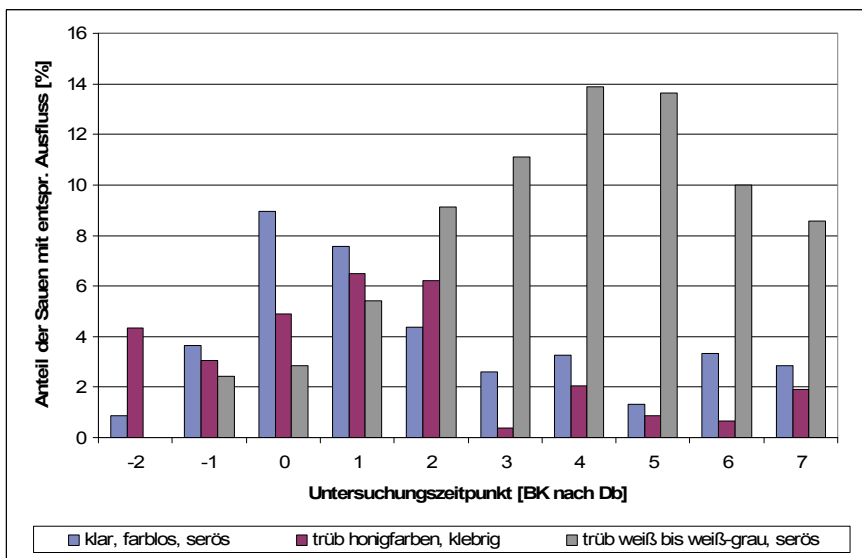


Abbildung 11: Häufigkeit des Auftretens von serösem und pappigem Vaginalausfluss relativ zum Duldungsbeginn

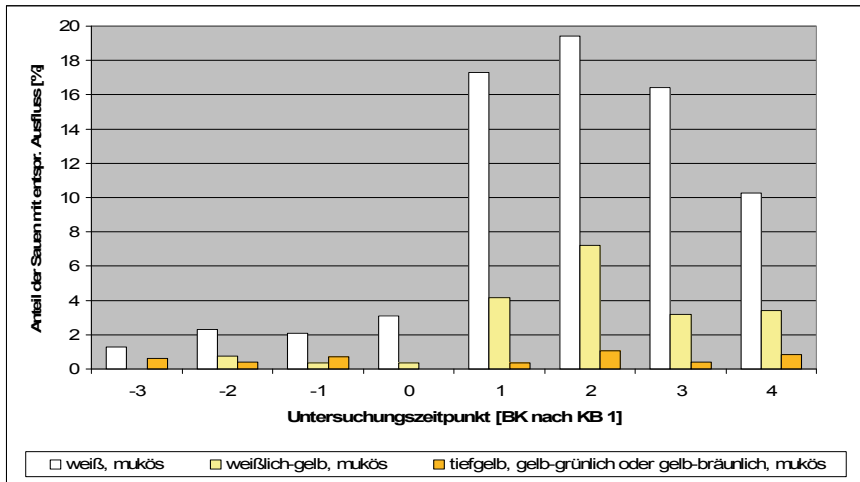


Abbildung 12: Häufigkeit des Auftretens von mukösem Vaginalausfluss relativ zur ersten Belegung (KB₁)

Zusätzlich zum beschriebenen Vaginalausfluss wurde in insgesamt 31 Fällen ein weiß-gelblicher Ausfluss von körniger Konsistenz beobachtet. Dieser ließ sich anhand seiner Beschaffenheit aber eindeutig als Harnsediment ansprechen (SCHNURRBUSCH und HEINRITZI, 2006) und vom Vaginalausfluss, mit dem er teilweise gleichzeitig auftrat, unterscheiden.

Futtermehraufnahmeverhalten

Die Ermittlung des Futtermehraufnahmeverhaltens (Fütterung erfolgte einmal täglich gegen 7:00 Uhr) ergab, dass in 77,35 % der Fälle (946 Einzelbewertungen) die gesamte Ration aufgenommen worden war (gute FA), 219-mal (17,91 %) wurde die FA mit mäßig und 52-mal (4,25 %) mit gering beurteilt. In 6 Fällen (0,49 %) wurde eine völlige Verweigerung der FA beobachtet. Bei diesen Tieren wurden mit einer Ausnahme gleichzeitig zur Futterverweigerung eine Rektaltemperatur von über 39 °C sowie weitere auf ein Krankheitsgeschehen hinweisende Symptome, wie entzündete Wunden und Nekrosen des äußeren Integuments oder mit starker Lahmheit einhergehende vermehrt gefüllte und warme Gelenke, festgestellt.

167 Tiere (52,7 %) zeigten während der gesamten Beobachtungszeit eine gute FA. Bei 150 Sauen (47,3 %) wurde die FA mind. einmal mit mäßig oder sehr gering beurteilt. Diese Verringerung der FA erfolgte bei den Sauen mit bekanntem Duldungs-

beginn (n = 136) zwischen 2 d vor und 3,66 d nach dem Db, wobei etwa $\frac{1}{3}$ dieser Tiere die verringerte FA gleichzeitig mit dem Auftreten des Duldungsreflexes zeigten (Tabelle 20).

Tabelle 20: Zeitliche Beziehung zwischen dem Rückgang der Futteraufnahme und dem Duldungsbeginn

Zeitpunkt der verringerten FA	Sauen mit verringerter FA	
	[Anzahl]	[%] *
2 d vor Db	1	0,7
1,33 d vor Db	1	0,7
1 d vor Db	10	7,4
0,33 d vor Db	10	7,4
Db	41	30,2
0,67 d nach Db	21	15,4
1 d nach Db	19	14,0
1,67 d nach Db	8	5,9
2 d nach Db	17	12,5
2,67 d nach Db	6	4,4
3 d nach Db	1	0,7
3,67 d nach Db	1	0,7

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 1 Dezimalstelle gerundet

Temperatur

Die Messwerte der Rektaltemperatur der Sauen lagen im Bereich von 36,0 bis 40,3 °C mit einem Mittelwert von 38,11 °C. Bei der Ermittlung des Temperaturverlaufes wurde insgesamt 200-mal ein Temperaturabfall von über 0,5 °C festgestellt, wobei einzelne Sauen während der Beobachtungswoche mehrfach einen Temperaturabfall zeigten.

Bei 150 Sauen (47,5 %) kam es mind. einmal während der Besamungswoche zu einem Abfall der Rektaltemperatur um mehr als 0,5° C - im Vergleich zum entsprechenden Messwert des Vortages - und bei 49 Sauen (15,5 %) konnte ein Abfall der Rektaltemperatur um mehr als 0,9° C ermittelt werden. Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem jeweiligen Zeitpunkt des Temperaturabfalles und dem Östrus-

beginn bzw. dem anhand der Östrusdauer errechneten Ovulationszeitpunkt ermittelt werden. Hierfür wurde bei Tieren, die während der Beobachtungswoche mehrfach einen Temperaturabfall zeigten, jeweils nur der erste berücksichtigt. Von 133 Sauen mit einem Temperaturabfall von mehr als 0,5 °C konnte der Östrusbeginn und von 131 die Östrusdauer ermittelt werden. Bei diesen Tieren lag der Zeitpunkt des Temperaturabfalls zwischen 64 h vor und 92 h nach Östrusbeginn mit einem Mittelwert von 43 h nach Östrusbeginn bzw. 96 h vor und 52 h nach dem errechneten Ovulationszeitpunkt (Mittelwert: 5 h *p. ov.*). Von den Tieren, die einen Abfall der Rektaltemperatur von über 0,9 °C zeigten, lagen für 40 Sauen die Östrusdaten vor. Bei diesen Tieren erfolgte der Temperaturabfall zwischen 40 h vor und 80 h nach dem Östrusbeginn (Mittelwert: 47 h nach Östrusbeginn) bzw. 56 h vor und 44 h nach dem errechneten Ovulationszeitpunkt (im Mittel 10 h *p. ov.*). Ein Temperaturanstieg um mehr als 0,2 °C wurde bei 192 Sauen (60,8 %) im Bereich von 88 h vor bis 60 h nach dem errechneten Ovulationszeitpunkt (Mittelwert: 7 h *p. ov.*) und ein Anstieg um mehr als 0,5 °C bei 92 Tieren (29,1 %) zwischen 56 h vor und 72 h nach der Ovulation (Mittelwert: 14 h *a. ov.*) beobachtet.

Urinabsatz

Von insgesamt 3.270 beobachteten BK zeigten in 89,9 % der Fälle (2.941 BK) die Sauen keinen Urinabsatz (UA) während der Eberanwesenheit. Nur 329-mal wurde UA während der Eberanwesenheit beobachtet. Sauen, bei denen sich während der BK der Duldungsreflex auslösen ließ, zeigten in 11,1 % der Fälle auch UA, während dies bei Sauen ohne Duldung nur in 8,8 % der Beobachtungen der Fall war. Die Häufigkeit des UA während einer BK lag bei Sauen mit Duldung zwischen 0 und 3 (Mittelwert: 0,12) und bei Sauen ohne Duldung zwischen 0 und 2 (Mittelwert: 0,09).

Bei allen adspektorischen Daten (Grad der Vulvaödematisierung, Vaginalausfluss, Futteraufnahmeverhalten, Rektaltemperatur, Urinabsatz während der Eberanwesenheit) konnte kein Unterschied zwischen den Sauen der 1-Eber- und jenen der 2-Eber-Gruppe ermittelt werden.

4.2. Ovardiagnostik

Insgesamt konnten mittels transkutaner Sonographie der Ovarien 432 Befunde erhoben werden. Bei den videoüberwachten Sauen erfolgten 312 sonographische Untersuchungen zur Ovardiagnostik. Dabei konnten 279 Ovarbefunde sicher erhoben werden. Bei 33 Untersuchungen lag kein eindeutiger Befund vor, da entweder die Ovarien vollständig oder größtenteils vom Schallschatten des Darmes verdeckt wurden oder, aufgrund starker Unruhe der Sau während der Untersuchung, nicht lange genug zur Beurteilung dargestellt werden konnten.

In Tabelle 21 sind die verschiedenen Befunde, die bei der Ovardiagnostik an den beiden Untersuchungstagen erhoben wurden, sowie deren Anzahl und prozentuale Häufigkeit dargestellt. Auch die Zuordnung der Vielzahl an erhobenen Untersuchungsbefunden zu einem der drei Ovulationsstadien (wie in Kapitel 3.1.3. beschrieben) ist aus dieser Tabelle ersichtlich. Die Abbildungen 13 bis 19 zeigen beispielhaft einige der erhobenen Befunde.

Die prozentuale Häufigkeitsverteilung der einzelnen Ovarbefunde in Tabelle 21 zeigt, dass das Spektrum der erhobenen Befunde generell am zweiten Untersuchungstag größer war, als am ersten. Während am 5. d n. A. bei etwa 80 % der Untersuchungen nur runde Follikel ohne Anzeichen einer beginnenden Ovulation dargestellt werden konnten, war dies am 6. d n. A. nur noch bei knapp 40 % der Sauen der Fall. Befunde mit Anzeichen einer direkt bevorstehenden oder bereits eingetretenen Ovulation (längsovale Follikel bzw. Follikel mit stark echogener Begrenzung) wurden bei 18 % der Untersuchungen am 5. d n. A. und 41 % am 6. d. n. A. und solche mit Hinweisen für eine bereits beendete Ovulation (Ovargewebe mit stark echogenen Streifen) bei 0,9 % der Untersuchungen am 5. d n. A. und 19,6 % der Untersuchungen am 6. d n. A. erhoben.

Da die Ovardiagnostik lediglich der Überprüfung des rechnerischen Ovulationszeitpunktes sowie der daraus gewählten Besamungszeitpunkte diente, wurde auf eine Auswertung der erhobenen Befunde in Bezug zur Anzahl der Stimuliereber verzichtet. Für solch eine Auswertung war auch der Stichprobenumfang in der 1-Eber-Gruppe zu gering; außerdem wurde nicht erwartet, dass die Anzahl der während der KB anwesenden Stimulationseber einen Einfluss auf die erhobenen Ovarbefunde haben könnte.

Tabelle 21: Bei der Ovardiagnostik erhobene Befunde und deren Code

Ovardiagnostik-Befund	Befund-Code	5.d n. A. (Di VM)		6.d n. A. (Mi VM)	
		[Anzahl]	[%] *	[Anzahl]	[%] *
nur kl. Follikel (bis 0,5 cm)	0	60	28,30	24	10,91
runde wachsende Follikel (0,5-0,9 cm)	1	77	36,32	28	12,73
runde große Follikel (0,9-1,0 cm)	2	33	15,57	33	15,00
Zysten (> 1,5 cm)	9	2	0,94	1	0,45
<i>nur runde Follikel (ohne Zysten); noch keine Ovulationsanzeichen</i>		170	80,19	85	38,64
große runde und z. T. längsovale Follikel	3	20	9,43	19	8,64
längsovale Follikel	4	3	1,42	17	7,73
längsovale Follikel + runde Follikel (0,5-0,8 cm)	41	0	0,00	1	0,45
längsovale Follikel + Follikel mit stark echogener Begrenzung	5	5	2,36	13	5,91
Follikel mit stark echogener Begrenzung	6	8	3,77	24	10,91
Follikel mit stark echogener Begrenzung + runde wachsende Follikel (0,5-0,9 cm)	61	0	0,00	4	1,82
Follikel mit stark echogener Begrenzung + runde große Follikel (0,9-1,0 cm)	62	1	0,47	8	3,64
Follikel mit stark echogener Begrenzung + große runde und z. T. längsovale Follikel	63	1	0,47	5	2,27
<i>längsovale und echogen begrenzte Follikel; kurz vor oder in der Ovulation</i>		38	17,92	91	41,36
Follikel mit stark echogener Begrenzung + Ovar mit stark echogenen Streifen	7	1	0,47	14	6,36
Ovar mit stark echogenen Streifen	8	1	0,47	24	10,91
Ovar mit stark echogenen Streifen + große runde Follikel (0,9-1,0 cm)	82	0	0,00	1	0,45
Ovar mit stark echogenen Streifen + große runde und z. T. längsovale Follikel	83	0	0,00	1	0,45
Ovar mit stark echogenen Streifen + Follikel mit stark echogener Begrenzung + längsovale Follikel	85	0	0,00	3	1,36
<i>Ovargewebe mit echogenen Streifen; nach der Ovulation</i>		2	0,94	43	19,55

* : zur besseren Darstellbarkeit auf 2 Dezimalstellen gerundet;
Differenz der Summe zu 100,00 durch Rundungsfehler

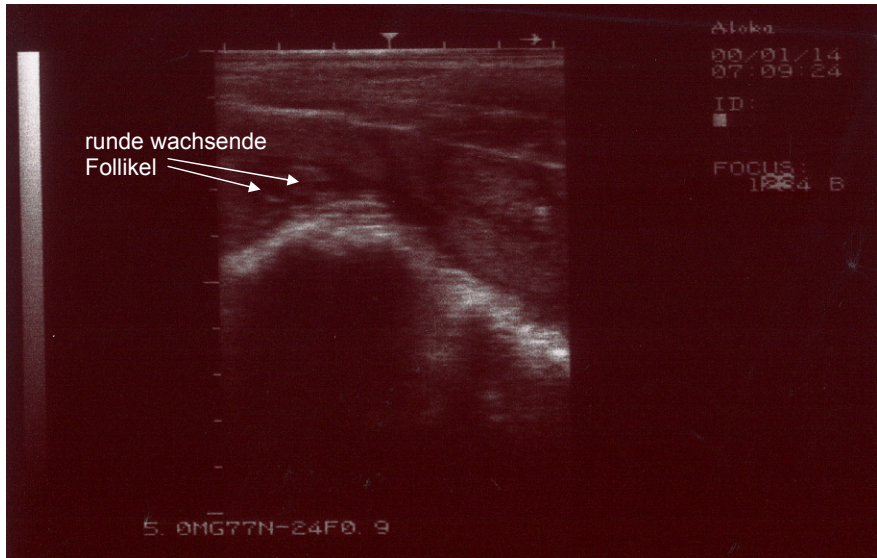


Abbildung 13: Ultraschallbild einer Sau mit runden wachsenden Follikeln zum 1. Untersuchungstermin (zwischen KB₁ und KB₂)

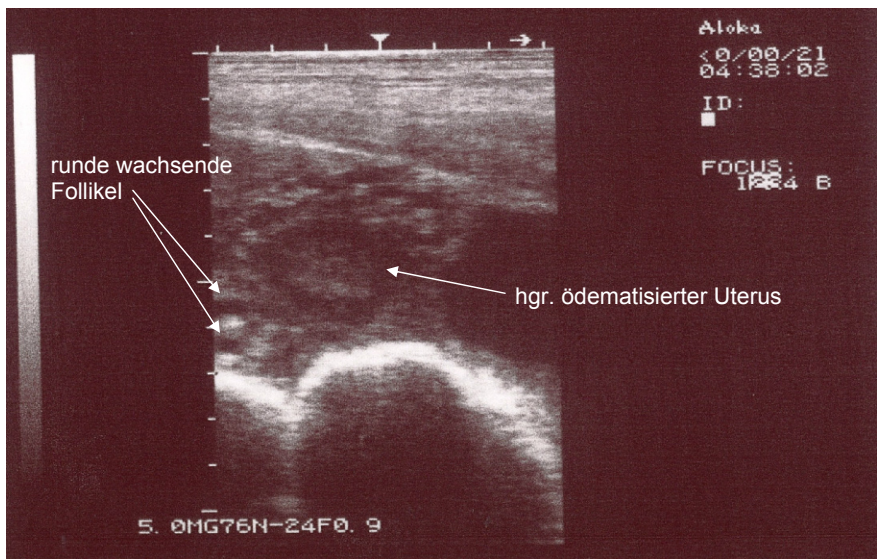


Abbildung 14: Ultraschallbild einer Sau mit runden wachsenden Follikeln und hochgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 1. Untersuchungstermin (1 d vor der ersten Duldung)

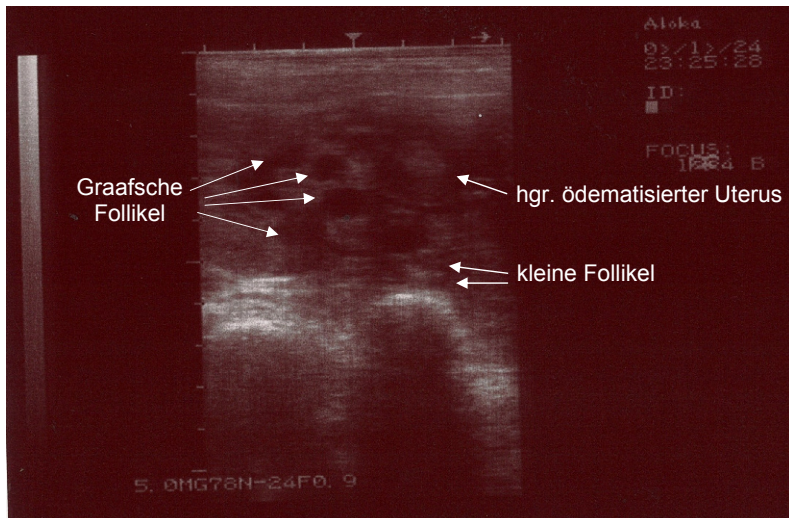


Abbildung 15: Ultraschallbild einer Sau mit großen runden Follikeln ($\varnothing$ 0,7-1,0 cm) und hochgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 2. Untersuchungstermin (zwischen KB₂ und KB₃)

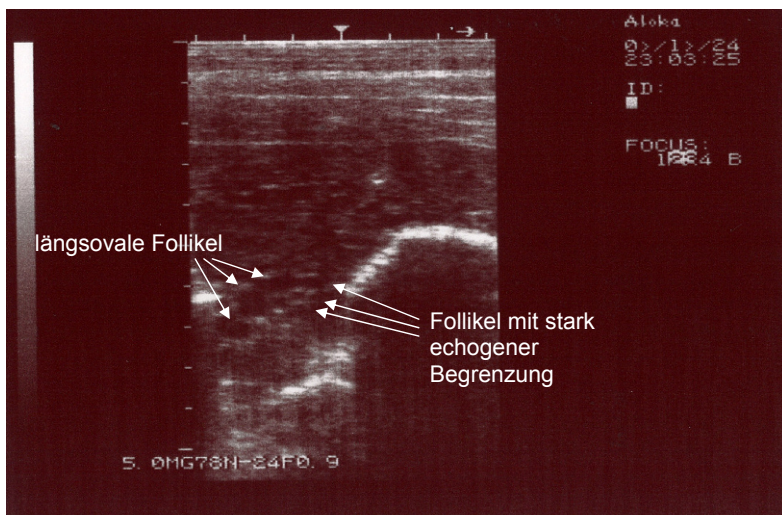


Abbildung 16: Ultraschallbild einer Sau zu Ovulationsbeginn, mit längsovalen Follikeln und Follikeln mit stark echogener Begrenzung sowie mittel- bis hochgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 2. Untersuchungstermin (zwischen KB₂ und KB₃)

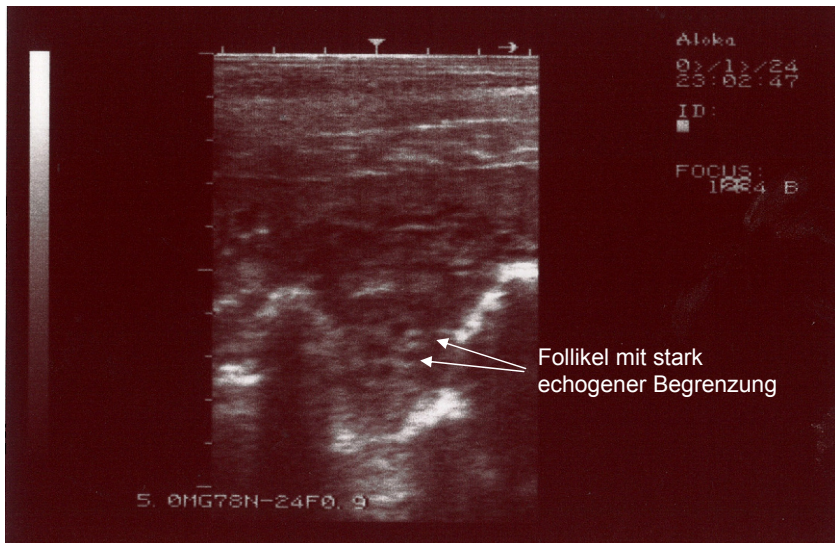


Abbildung 17: Ultraschallbild von Follikeln mit stark echogener Begrenzung sowie mittel- bis hochgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 2. Untersuchungstermin (zwischen KB₂ und KB₃) (gleiche Sau wie Abbildung 20; andere Ebene)

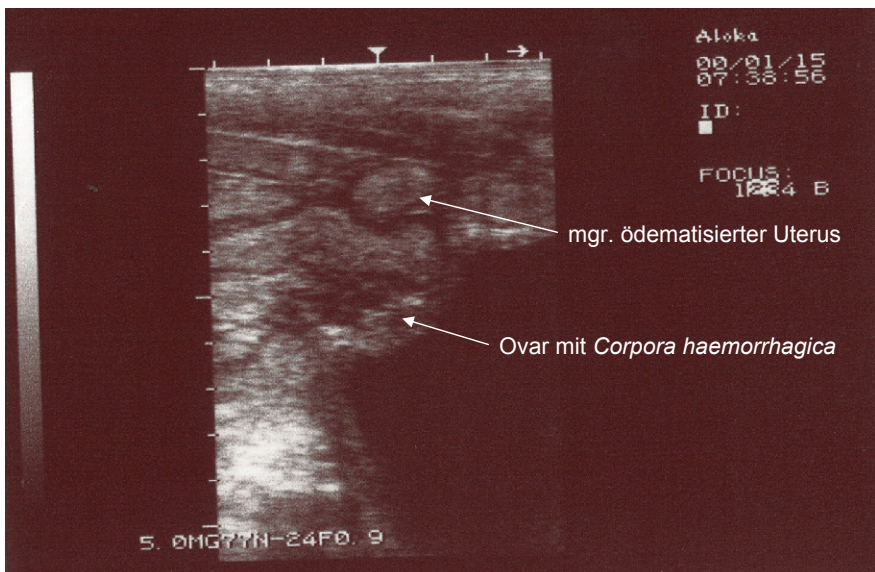


Abbildung 18: Ultraschallbild einer Sau nach der Ovulation: Ovar mit stark echogenen Streifen sowie mittelgradig ödematisierten Uterusschlingen zum 2. Untersuchungstermin (nach KB₃)

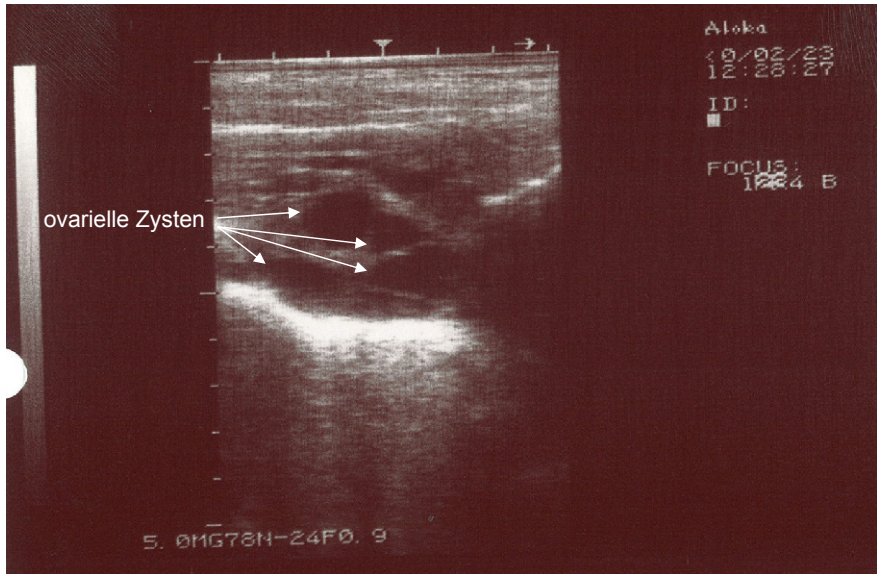


Abbildung 19: Ultraschallbild einer Sau mit ovariellen Zysten (1 d nach positiver Umrauschkontrolle)

Für 409 OD-Befunde ist der Duldungsbeginn der jeweiligen Sau bekannt. Abbildung 20 zeigt die Häufigkeit der Befunde, zusammengefasst nach dem daraus zu schließenden Ovulationsstadium, in Relation zum Duldungsbeginn und Abbildung 21 zur KB₁ der Sauen.

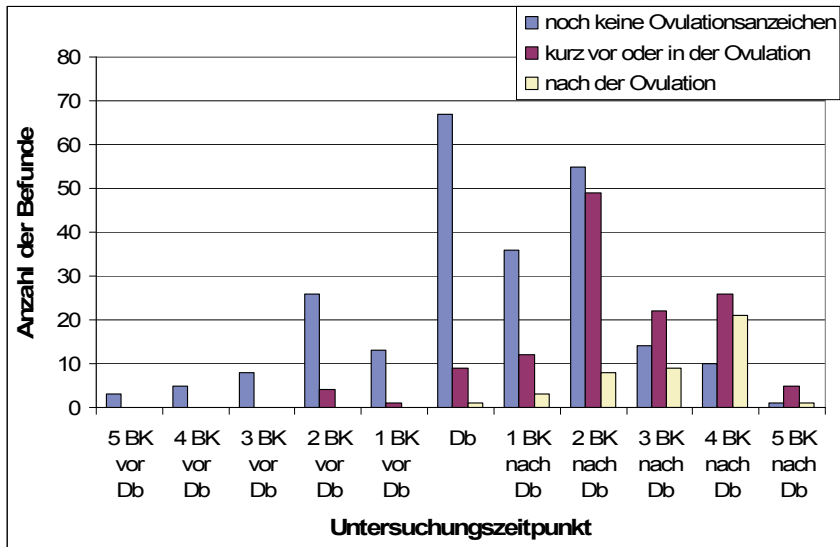


Abbildung 20: Befunde der Ovardiagnostik in Relation zum Duldungsbeginn (Db) der Sauen

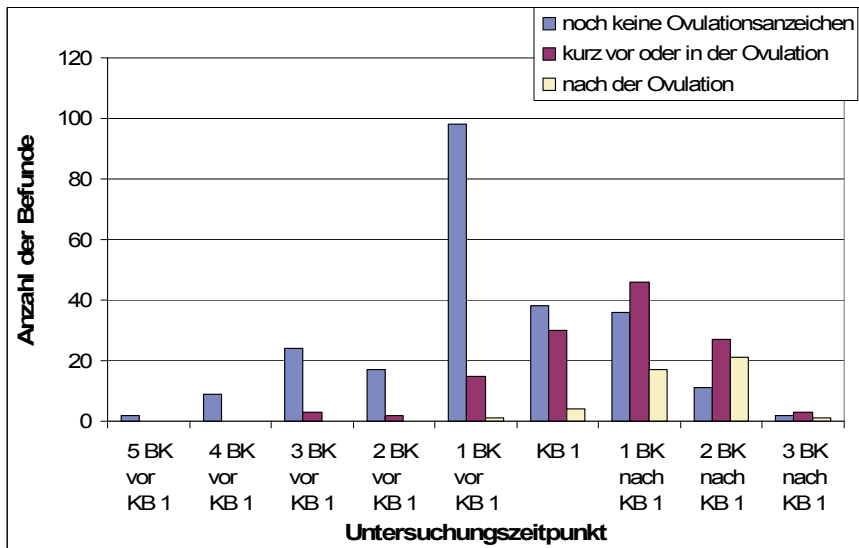


Abbildung 21: Befunde der Ovardiagnostik in Relation zur ersten Besamung (KB1) der Sauen

Für 79 Sauen, deren 1. Besamung 5,33 d n. A. (Di NM) und die zweite 6,0 d n. A. (Mi VM) erfolgte - bei denen also wie in der Literatur empfohlen die sonographische Ovardiagnostik sowohl vor der KB₁ als auch nach der KB₂ durchgeführt wurde - konnten an beiden Untersuchungsterminen Ovarbefunde erhoben werden und zur Beurteilung des Besamungszeitpunktes herangezogen werden. 13 dieser Tiere wurden nur zweimal besamt; bei den anderen 66 Sauen erfolgte 6,33 d n. A. (Mi NM) noch eine dritte Besamung. Für die nachfolgende Beurteilung des Besamungszeitpunktes auf Grund der Ovarbefunde wurden diese dritten Besamungen nicht berücksichtigt. Die Beurteilung der Besamungszeitpunkte anhand der Ovarbefunde erfolgte in Anlehnung an KAUFOLD et al. (1997 b) in nachfolgender Weise (die einzelnen Ovarbefunde sind unter den angegebenen Code-Nummern aus Tabelle 21 abzulesen):

- Besamung erfolgte zu früh:
 - zu beiden Untersuchungsterminen wurden nur runde Follikel ohne Anzeichen einer beginnenden Ovulation dargestellt
(Befund-Codes (siehe Tabelle 21): 0, 1, 2)
- Besamung erfolgte zum richtigen Zeitpunkt:
 - bei der ersten Untersuchung wurden längsovale Follikel dargestellt oder runde Follikel bei der ersten Untersuchung in Verbindung mit Hinweisen auf eine beginnende oder erfolgte Ovulation bei der zweiten Untersuchung (Befund-Codes: 3 oder 4 bei erster Untersuchung bzw. 1 oder 2 bei der ersten und 3, 4, 5, 6, 7, 8, 41, 61, 62, 63, 82, 83, 85) bei der zweiten Untersuchung)
- Besamung erfolgte zu spät:
 - bei der ersten Untersuchung wurden bereits Hinweise auf eine begonnene Ovulation gesehen
(Befund-Codes: 5, 6, 7, 8, 61, 62, 63, 82, 83, 85)

Anhand dieser Bewertung erfolgten bei 24 Sauen (30,38 %) die Besamungen zu früh, bei einer (1,27 %) zu spät und bei 54 Tieren (68,35 %) zum richtigen Zeitpunkt. Von den Sauen mit zu früher Besamung erfolgte allerdings bei 19 Tieren noch eine dritte Besamung etwa 5 bis 6 h nach der letzten Ultraschalluntersuchung. Eine Aussage zur Richtigkeit des Zeitpunktes dieser KB kann anhand der vorliegenden Ovardiagnostikdaten nicht getroffen werden.

4.3. Ethologische Untersuchungen

Die Video-Aufzeichnungen von insgesamt 2.736 BK konnten ausgewertet werden. Dabei handelte es sich 2.052-mal um Brunstkontrollen ohne nachfolgende KB und 684-mal erfolgte nach Auslösung des Duldungsreflexes die Besamung der Sau. Hierbei liegen allerdings nicht für jede BK auch alle Zeitphasen vor (zur Einteilung der Zeitphasen siehe Kapitel 3.1.4. sowie Abbildung 5 in Kapitel 3.1.1.). Besonders gegen Ende der jeweiligen Besamungswoche waren i. d. R. nur noch bei einzelnen Sauen Brunstkontrollen nötig, so dass der Eber z. T. nicht mehr vor allen Sauen fixiert werden musste. Wenn beispielsweise nur noch bei Sauen auf den Plätzen 5 bis 8 eine BK nötig war, so wurde zwar das Verhalten aller 8 Sauen ausgewertet, aber die Zeitphasen „Eber vor der Nachbargruppe“ und „Eber vor der Gruppe“ lag jeweils nur für 4 Tiere vor (Plätze 1 bis 4 resp. 5 bis 8), während die Zeitphase „Vorbereitung“ für keines der Tiere existierte. Aus diesem Grund erfolgte zusätzlich zur Unterteilung der Beobachtungszeit in die verschiedenen Zeitphasen auch eine Kumulation der gezeigten Verhaltensparameter über die gesamte Zeitdauer der BK/KB („gesamte BK“) vom Schließen der Tore im Eberlaufgang bis der Eber (bzw. bei der 2-Eber-Gruppe der letzte Eber) den Eberlaufgang verlassen hat, unabhängig davon, in wie viele Zeitphasen diese Gesamtdauer unterteilt werden konnte. Die Stichprobenumfänge für die einzelnen Zeitphasen der Brunstkontrollen und Besamungen sowie für die auswertbaren gesamten BK über alle Sauen sind in Tabelle 22 zusammengestellt. Hierbei bezieht sich „BK“ immer auf reine Brunstkontrollen, ohne, dass eine Besamung der jeweiligen Sau erfolgte und „KB“ auf die Brunstkontrollen, während derer die Sau nach dem Auslösen des Duldungsreflexes besamt wurde. Bspw. konnten für den 5. d n. A. (Di VM) die Videoaufzeichnungen von 160 BK ohne und 95 BK mit Besamung ausgewertet werden. Die Zeitphasen „Vorbereitung“ sowie „Eber 1 vor der Gruppe“ waren in allen Aufnahmen vorhanden, während die Phase „Eber vor der Nachbargruppe“ bei vier Aufnahmen (zwei mit und zwei ohne KB) nicht vorlag (Eber 2 wurde in diesem Fall während einer BK/KB nicht mehr vor den Sauen auf den Plätzen 5-8 fixiert, da von diesen keine besamt wurde; dadurch entfiel für die Sauen auf den Plätzen 1-4 die Zeitphase „Eber vor Nachbargruppe“). Der Stichprobenumfang für die Zeitphase „Eber 2 vor der Gruppe“ ist wesentlich kleiner als für die übrigen Zeitphasen, da der 2. Eber zum einen nur bei der 2-Eber-Gruppe zum Einsatz kam, und zum anderen nur dann vor den Sauen fixiert wurde, wenn bei mindestens einem dieser Tiere eine KB erfolgte. Somit liegt diese Zeitphase z. B. für alle

auswertbaren 31 Besamungen, die am 5. d n. A. (Di VM) in der 2-Eber-Gruppe erfolgten, vor, aber nur für 61 BK ohne KB am 5. d n. A. (Di VM).

Tabelle 22: Stichprobenumfänge der Brunstkontrollen und Besamungen für die verschiedenen Zeitphasen sowie die einzelnen BK-Termine

BK-Termin [d n. A.] (Wochentag bei Absetzen am Do)	Vorbe- reitung		Eber vor Nachbar- gruppe		Eber 1 vor der Gruppe		Eber 2 vor der Gruppe		gesamte BK	
	BK	KB	BK	KB	BK	KB	BK	KB	BK	KB
3,0 (So VM)	164	0	148	0	144	0	0	0	164	0
3,33 (So NM)	208	0	192	0	200	0	0	0	236	0
4,0 (Mo VM)	243	0	243	0	239	0	0	0	247	0
4,33 (Mo NM)	241	14	238	13	227	14	7	1	241	14
5,0 (Di VM)	160	95	158	93	160	95	61	31	160	95
5,33 (Di NM)	57	206	57	206	57	206	33	87	57	206
6,0 (Mi VM)	83	171	83	172	83	172	35	81	83	172
6,33 (Mi NM)	134	120	133	117	134	120	44	64	134	120
7,0 (Do VM)	206	40	193	33	205	40	54	26	213	40
7,33 (Do NM)	195	31	171	23	183	31	52	20	202	31
8,0 (Fr VM)	187	6	153	5	167	6	17	3	187	6
8,33 (Fr NM)	120	0	89	0	96	0	0	0	128	0
gesamte BK-Woche	1998	683	1858	662	1895	684	303	313	2052	684

Zunächst werden die Ergebnisse der ethologischen Untersuchungen über alle Sauen - unabhängig von der Zugehörigkeit zur 1- bzw. 2-Eber-Gruppe - dargestellt.

Tabelle 23 gibt einen Überblick über die jeweilige Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter sowie die Dauer der einzelnen Zeitphasen während der Brunstkontrollen ohne KB über alle Sauen und alle Tage. Die angegebenen Spannweiten verdeutlichen die große Varianz in der Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter, die z. T. auch durch die unterschiedlich langen Zeitdauern der jeweiligen Zeitphase bzw. der gesamten BK - und somit der jeweiligen Beobachtungszeit - verursacht werden. In den Tabellen 24 und 25 sind die beobachteten Verhaltensparameter während der gesamten BK (vom Schließen der Tore im Eberlaufgang bis sich kein Eber mehr im Eberlaufgang befindet) sowie die Dauer der einzelnen Zeitphasen während der BK zu den unterschiedlichen BK-Terminen (So VM bis Fr NM) über alle Sauen wiedergegeben. Die großen Unterschiede in der Dauer der Zeitphasen zu den verschiedenen BK-Terminen, die erhebliche Schwankungen in der Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter während der Zeitphasen zur Folge haben, sind v. a. darauf zurückzuführen, dass die meisten Besamungen (86,5 % aller durchgeführten Inseminationen) am 5. und 6. Tag nach dem Absetzen (Di VM, Di NM, Mi VM und Mi NM) erfolgten. Dadurch dauerten an diesen Tagen auch bei den nicht zur Besamung anstehenden Sauen die einzelnen Zeitphasen der BK deutlich länger als zu den Terminen, zu denen keine oder nur wenige Sauen besamt wurden. Zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Besamungsintensität für die einzelnen BK/KB-Termine ist in Tabelle 26 die Anzahl der durchgeführten Besamungen zu den verschiedenen Terminen dargestellt.

Tabelle 23: Mittlere Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter während der Brunstkontrollen ohne Besamung der jeweiligen Sauen (in Klammern ist jeweils die Spannweite angegeben)

Zeitphase		Vorbereitung der BK	Eber vor Nachbargruppe	Eber 1 vor der Gruppe	Eber 2 vor der Gruppe	gesamte BK **
Rüssel durch Absperrung		11,75 (0-183)	7,94 (0-70)	10,45 (0-75)	15,33 (0-63)	30,54 (0-248)
Blickkontakt *	zu Eber 1	11,90 (0-91)		10,59 (0-76)	2,83 (0-32)	29,15 (0-169)
	zu Eber gesamt	11,90 (0-91)	8,34 (0-61)	11,89 (0-93)	17,29 (2-66)	32,67 (0-249)
Rücken krümmen		2,60 (0-28)	2,13 (0-21)	3,33 (0-27)	5,03 (0-19)	8,28 (0-61)
Stangenbeißen		5,31 (0-179)	2,50 (0-75)	1,26 (0-61)	1,19 (0-33)	8,77 (0-196)
Rüsselkontakt zu Eber 1	kurz	1,81 (0-18)		3,92 (0-30)	0,11 (0-2)	4,19 (0-30)
	lang	0,96 (0-10)		2,80 (0-32)	0,14 (0-2)	2,97 (0-32)
	gesamt	2,77 (0-23)		6,72 (0-62)	0,25 (0-4)	7,17 (0-62)
Rüsselkontakt zu Eber gesamt *	kurz	1,81 (0-18)	1,55 (0-16)	4,07 (0-30)	5,30 (0-34)	5,11 (0-52)
	lang	0,96 (0-10)	1,17 (0-15)	2,93 (0-32)	4,35 (0-31)	3,73 (0-40)
	gesamt	2,77 (0-23)	2,72 (0-27)	7,00 (0-62)	9,65 (0-57)	8,84 (0-78)
Eber steigt an Absperrung hoch				0,29 (0-7)	0,21 (0-5)	0,30 (0-7)
Hinlegen		0,05 (0-3)	0,05 (0-2)	0,02 (0-2)	0,05 (0-1)	0,11 (0-4)
Dauer [mm:ss]		04:40 (00:05-29:16)	03:41 (00:03-36:19)	03:29 (00:07-22:14)	06:15 (00:44-10:50)	12:01 (00:28-48:50)

*: Blickkontakt zum Eber ist in der Vorbereitungsphase nur zu Eber 1 möglich; während der Zeitphase „Eber vor Nachbargruppe“ wurde bei der Aufnahme der Parameter Blick- bzw. Rüsselkontakt zum Eber nicht zwischen Eber 1 und Eber 2 unterschieden.

** : nicht alle BK enthalten auch alle Zeitphasen (siehe Tabelle 2), daher ist die Summe der Mittelwerte aller Zeitphasen nicht gleich der mittleren Anzahl während der gesamten BK

Tabelle 24: Mittlere Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter zu den verschiedenen Bk-Terminen
(in Klammern ist jeweils der Bereich angegeben).

Termin der Bk [d n. A.]	3,0 (So NM)	3,33 (So NM)	4,0 (Mo VM)	4,33 (Mo NM)	5,0 (Di VM)	5,33 (Di NM)	6,0 (Mi VM)	6,33 (Mi NM)	7,0 (Do VM)	7,33 (Do NM)	8,0 (Fr VM)	8,33 (Fr NM)
Rüssel durch Absperrung	18,6 (0-88)	20,2 (0-91)	30,7 (0-136)	34,2 (0-120)	58,4 (4-155)	83,6 (6-221)	60,5 (9-248)	44,7 (0-179)	27,4 (0-113)	20,2 (0-105)	14,2 (0-71)	10,0 (0-50)
Blick- kontakt	zu	18,8 (0-64)	22,0 (0-84)	30,0 (5-69)	32,6 (2-92)	50,2 (5-118)	55,9 (18-169)	44,1 (1-130)	27,5 (1-85)	19,2 (0-72)	15,3 (0-67)	11,5 (0-48)
	zu Eber gesamt	18,8 (0-64)	22,0 (0-84)	30,0 (5-69)	33,5 (2-111)	60,7 (8-169)	67,4 (18-249)	51,5 (1-186)	32,6 (1-117)	23,6 (0-112)	16,9 (0-87)	11,7 (0-56)
Rücken krümmen	4,9 (0-19)	5,7 (0-24)	6,9 (0-24)	8,2 (0-34)	15,2 (1-47)	20,6 (0-61)	16,8 (0-58)	14,3 (0-53)	8,7 (0-35)	6,5 (0-35)	3,8 (0-23)	2,6 (80-19)
Stangenbeißen	1,5 (0-43)	3,3 (0-61)	11,7 (0-95)	15,0 (0-95)	25,2 (0-196)	20,5 (0-119)	15,6 (0-127)	8,6 (0-83)	6,8 (0-94)	3,4 (0-51)	2,4 (0-56)	1,7 (0-46)
Rüssel- kontakt	kurz	3,5 (0-24)	4,1 (0-22)	4,4 (0-24)	6,7 (0-30)	7,8 (0-19)	7,1 (0-27)	6,1 (0-24)	4,3 (0-27)	3,1 (0-20)	2,1 (0-14)	1,2 (0-14)
zu	2,3 (0-13)	2,8 (0-19)	2,5 (0-18)	2,9 (0-25)	4,7 (0-32)	5,9 (0-25)	5,7 (0-18)	4,9 (0-18)	3,0 (0-28)	2,6 (0-16)	1,4 (0-11)	1,0 (0-10)
Eber 1	gesamt	5,8 (0-37)	6,9 (0-39)	6,5 (0-29)	7,3 (0-49)	13,7 (0-39)	12,8 (0-34)	11,0 (0-42)	7,3 (0-55)	5,7 (0-31)	3,4 (0-24)	2,2 (0-21)
Rüssel- kontakt	kurz	3,5 (0-24)	4,1 (0-22)	4,4 (0-22)	5,0 (0-25)	9,3 (0-52)	9,9 (0-32)	8,2 (0-38)	5,7 (0-36)	4,3 (0-28)	2,6 (0-24)	1,2 (0-14)
zu	2,3 (0-13)	2,8 (0-19)	2,5 (0-18)	3,0 (0-25)	6,7 (0-32)	9,1 (0-30)	8,4 (0-35)	6,8 (0-40)	4,2 (0-32)	3,6 (0-19)	1,8 (0-24)	1,0 (0-10)
Eber	gesamt	5,8 (0-37)	6,9 (0-39)	6,5 (0-29)	7,6 (0-49)	16,0 (0-66)	18,3 (1-53)	15,1 (0-78)	9,9 (0-67)	7,9 (0-45)	4,4 (0-48)	2,2 (0-22)

Tabelle 25: Durchschnittliche Dauer [min:sec] der einzelnen Zeitphasen sowie der gesamten BK zu den verschiedenen BK-Tagen (in Klammern ist jeweils die Spannweite angegeben)

BK-Termin [d n. A.]	Vorbereitung der BK	Eber vor Nachbar- gruppe	Eber 1 vor der Gruppe	Eber 2 vor der Gruppe *	gesamte BK
3,0 (So VM)	02:30 (00:05-09:09)	02:05 (00:37-06:40)	02:07 (00:38-07:57)		06:14 (00:28-18:28)
3,33 (So NM)	02:13 (00:31-10:10)	02:58 (00:29-11:20)	03:31 (00:31-14:06)		07:21 (00:46-19:33)
4,0 (Mo VM)	03:47 (00:43-18:48)	02:12 (00:27-05:50)	02:24 (00:45-08:19)		08:13 (02:02-22:00)
4,33 (Mo NM)	03:56 (01:47-10:04)	02:43 (00:52-09:39)	02:35 (01:01-09:41)	06:14 (05:00-07:52)	09:14 (03:43-19:05)
5,0 (Di VM)	07:32 (00:49-16:51)	05:40 (00:51-11:44)	05:02 (01:07-11:23)	05:58 (00:44-10:48)	20:26 (08:40-34:46)
5,33 (Di NM)	11:22 (01:43-22:30)	07:49 (04:17-11:22)	06:52 (01:26-09:43)	05:51 (02:24-10:25)	29:27 (21:18-48:50)
6,0 (Mi VM)	09:09 (00:31-20:02)	07:19 (03:49-14:00)	07:00 (01:55-22:14)	07:05 (03:59-10:46)	26:27 (13:04-43:22)
6,33 (Mi NM)	07:52 (01:17-22:11)	06:38 (01:23-12:02)	05:57 (01:28-11:41)	06:16 (02:51-09:08)	22:28 (07:59-40:14)
7,0 (Do VM)	05:36 (00:37-29:16)	03:54 (00:35-12:01)	03:33 (00:35-12:10)	06:33 (03:15-10:33)	14:02 (01:16-44:30)
7,33 (Do NM)	03:26 (00:15-19:23)	03:30 (00:33-09:40)	03:03 (00:35-10:09)	05:45 (01:11-09:06)	10:32 (01:11-29:09)
8,0 (Fr VM)	03:42 (00:29-23:09)	02:00 (00:03-10:48)	02:20 (00:07-09:44)	07:08 (04:05-10:50)	08:05 (00:44-24:55)
8,33 (Fr NM)	03:27 (00:35-13:09)	03:12 (00:15-36:19)	01:45 (00:18-07:12)		06:46 (00:38-37:23)

*: Eber 2 wurde nur vor die Sauen getrieben, wenn Besamungen anstanden

Tabelle 26: Anzahl der durchgeführten Besamungen zu den verschiedenen Terminen

BK-Termin [d n. A.]	KB ₁	KB ₂	KB ₃	KB gesamt
4,33 (Mo NM)	17	0	0	17
5,0 (Di VM)	84	16	0	100
5,33 (Di NM)	106	84	16	206
6,0 (Mi VM)	13	101	65	179
6,33 (Mi NM)	27	13	85	125
7,0 (Do VM)	8	25	8	41
7,33 (Do NM)	0	8	23	31
8,0 (Fr VM)	0	0	6	6
Gesamt	255	247	203	705

Sowohl bei den BK ohne als auch bei jenen mit Besamung der jeweiligen Sau wurden Unterschiede in der Häufigkeit der gezeigten Verhaltensparameter zwischen den einzelnen Zeitphasen ermittelt. Die Häufigkeiten der einzelnen Verhaltensparameter (über alle Sauen) während der jeweiligen Zeitphasen der Brunstkontrollen und Besamungen sind in den Abbildungen 22 bis 28 dargestellt. Auch bei diesen Abbildungen steht „BK“ für reine Brunstkontrollen der entsprechenden Sauen ohne Besamung und „KB“ für Brunstkontrollen während derer die jeweilige Sau - nach Auslösung des Duldungsreflexes - besamt wurde. Da der Stichprobenumfang für die einzelnen Zeitphasen variiert (siehe Tabelle 22) wurde für die Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Verhaltensparameter jeweils der prozentuale Anteil der Sauen zugrunde gelegt.

Die Abbildungen 22 und 23 zeigen, dass die Parameter „Rüssel durch Absperrung strecken“ und „Blickkontakt zum Eber“ während aller Zeitphasen bei über der Hälfte der Sauen (58,5 bis 82,5 %) zwischen 1- und 20-mal beobachtet wurden. Nur wenige Tiere zeigten diese Parameter gar nicht während einer Zeitphase. Insbesondere wenn ein Eber vor den Köpfen der Sauen fixiert war, wurden diese Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme mit dem Eber bei 92,5 bis 99,7 % der Sauen beobachtet.

In Abbildung 24 ist die Häufigkeit des Parameters „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“, der als Zeichen der Rausche und Hinweis auf den Duldungsreflex gewertet

wurde, während der einzelnen Zeitphasen dargestellt. Hierfür wurde nicht nur jede Einnahme dieser Immobilisationshaltung während der jeweiligen Zeitphase gezählt, sondern auch das Beibehalten der Immobilisation über die gesamte Zeitphase hinweg als 1-mal aufgenommen, falls diese zu Beginn der Zeitphase schon bestand. Somit wurde bspw. für eine Sau, die über die gesamte BK hinweg regungslos stand dieser Parameter für jede einzelne Zeitphase der BK als 1-mal eingetragen. Diese Vorgehensweise diene der Unterscheidung zu Sauen, die diese Immobilisationshaltung (während einer Zeitphase bzw. der gesamten BK) gar nicht einnahmen. Das Auftreten des Parameters „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ zwischen 1- und 5-mal während einer Zeitphase spricht für eine gute Ausprägung des Duldungsreflexes, da die Immobilisationshaltung eingenommen und relativ lange beibehalten wurde. Eine hohe Anzahl des Parameters während einer Zeitphase deutet dagegen auf eine schlechte Duldung bzw. Stimulation hin, da die Immobilisationshaltung in diesem Fall zwar gezeigt, aber immer wieder durch Bewegungen unterbrochen wurde (siehe auch Definition des Parameters in Tabelle 8; Kapitel 3.1.4.). Aus der Abbildung 24 geht hervor, dass der größte Anteil der Sauen erwartungsgemäß während der Zeitphase, zu der ein Eber vor den Köpfen der Sauen fixiert ist, eine gute Ausprägung des Duldungsreflexes zeigt. Dabei lässt sich der geringere Anteil an Sauen die zwischen 1- und 5-mal „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ zeigen, während der Eber 2 vor ihnen fixiert ist, im Vergleich zur Zeitphase „Eber 1 vor der Gruppe“ (49,8 % vs. 69,3 %) dadurch erklären, dass während der Eber 1 vor den Tieren fixiert ist gleichzeitig auch die manuelle Stimulation zur BK bzw. KB erfolgte, wohingegen in der Zeitphase „Eber 2 vor der Gruppe“ die Tiere nicht zusätzlich durch den Besamungstechniker stimuliert wurden. Aus der Abbildung 24 lässt sich aber auch ablesen, dass mehr als ein Drittel der Sauen (40,1 %) bereits während der Vorbereitung der BK - also noch bevor ein Eber im Eberlaufgang vor den Sauen erscheint - eine gut ausgeprägte Duldung zeigten.

Wie aus Abbildung 25 hervorgeht, wurde bei den meisten Sauen gar kein Stangenbeißen beobachtet. Bei etwa einem Drittel der Beobachtungen wurden zwischen 1- und 20-mal Stangenbeißen gezählt. Der geringste Anteil an Sauen, die Stangenbeißen zeigten, wurde mit 28,0 bis 30,5 % ermittelt, wenn sich ein Eber vor den Sauen befand. Extrem hohe Anzahlen an Stangenbeißen von mehr als 80 je Zeitphase wurden nur 6-mal (0,24 % der Beobachtungen), während der Eber vor der

Nachbargruppe stand, und 19-mal (0,71 %) während der Vorbereitungs-Phase beobachtet.

Rüsselkontakt zum Eber ist während der Zeitphasen „Vorbereitung“ sowie „Eber vor Nachbargruppe“ nur für die Sauen mit Standplatz am Ebertor (Plätze 1 bzw. 4 und 5) möglich (siehe auch Abbildung 5; Kapitel 3.1.1), so dass 87 bis 95 % der Tiere während dieser Zeitphasen keinen Rüsselkontakt haben. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde auf die Darstellung dieser Werte in den Abbildungen 26 und 27 verzichtet. Aber auch während ein Eber vor den Sauen fixiert war, wurde bei 16 bis 19 % der Sauen gar kein Rüsselscheibenkontakt zum Eber beobachtet. Die meisten Tiere hatten 1- bis 5-mal Rüsselscheibenkontakt zum Eber, während dieser vor den Sauen fixiert war. Insbesondere, wenn nur lange Rüsselkontakte (> 2 sec) berücksichtigt werden, beträgt der Anteil an Sauen mit 1-5 Rüsselscheibenkontakten während dieser Zeitphasen 38,8 bis 44,4 %.

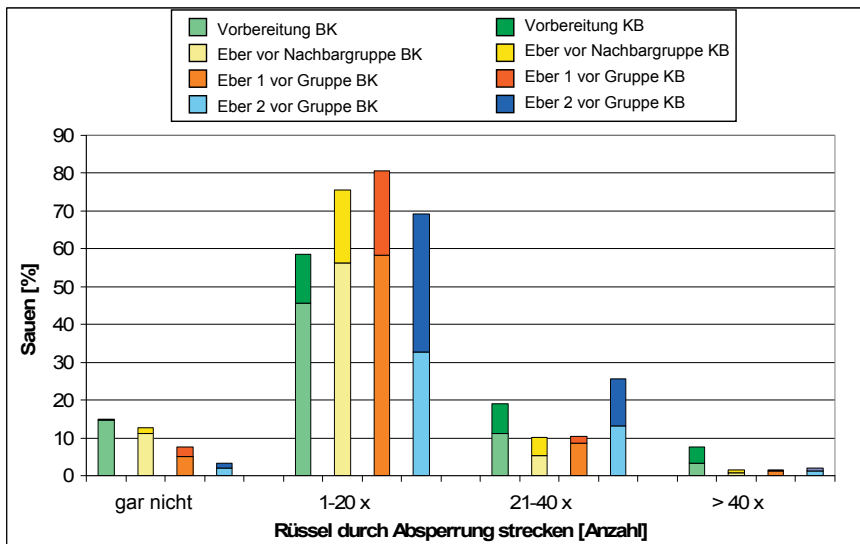


Abbildung 22: Häufigkeit des Parameters „Rüssel durch Absperrung strecken“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB

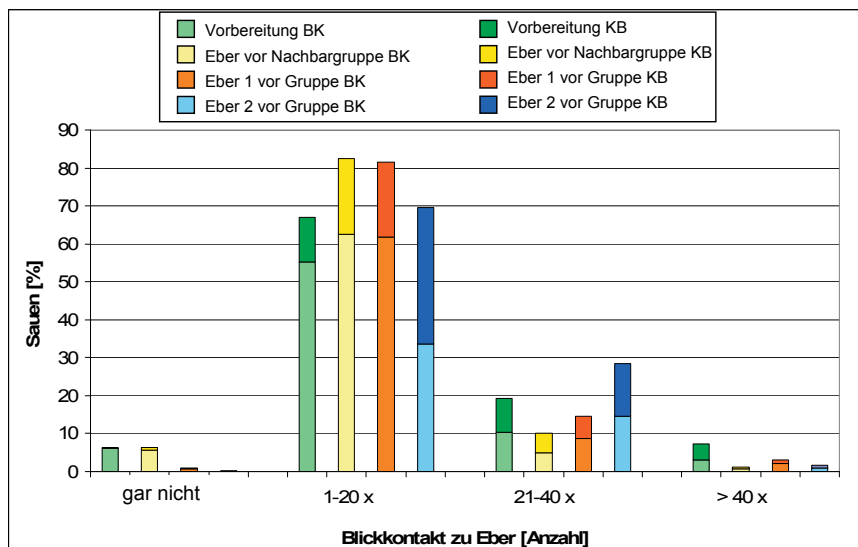


Abbildung 23: Häufigkeit des Parameters „Blickkontakt zum Eber“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB

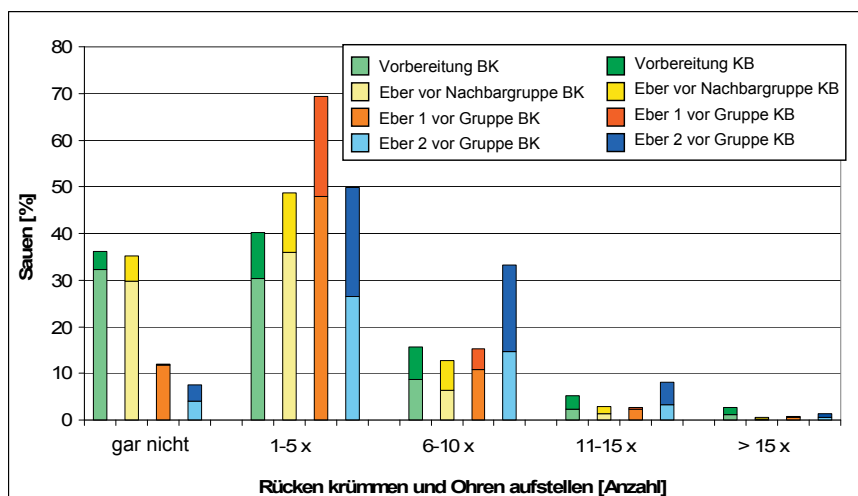


Abbildung 24: Häufigkeit des Parameters „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB

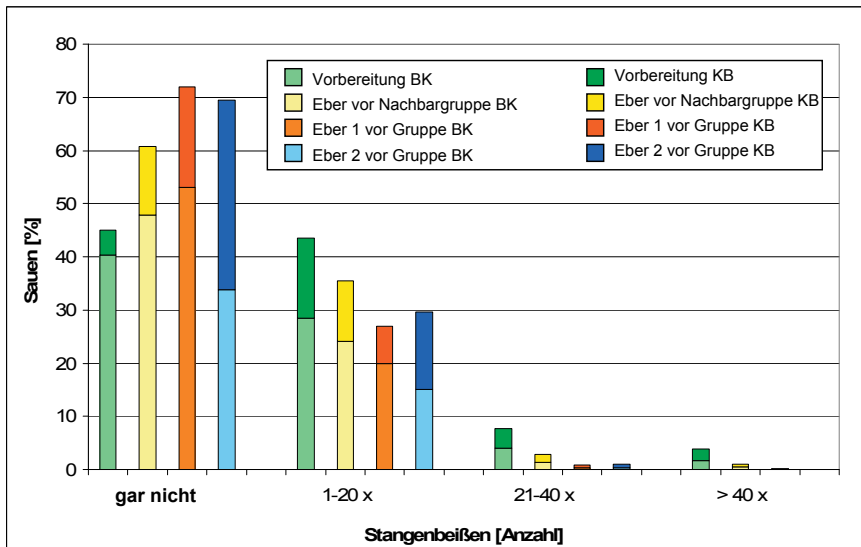


Abbildung 25: Häufigkeit des Parameters „Stangenbeißen“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB

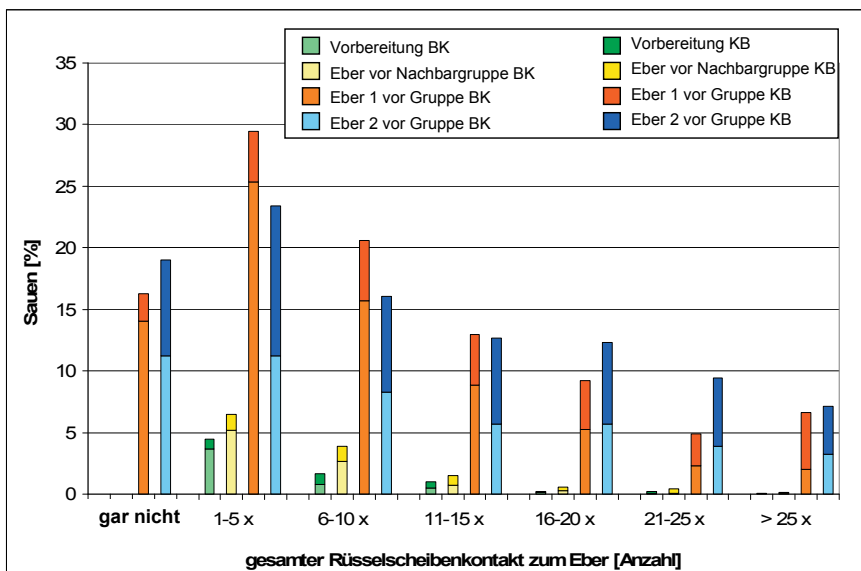


Abbildung 26: Häufigkeit des Parameters „gesamter Rüsselscheibenkontakt (lang und kurz) zum Eber“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB

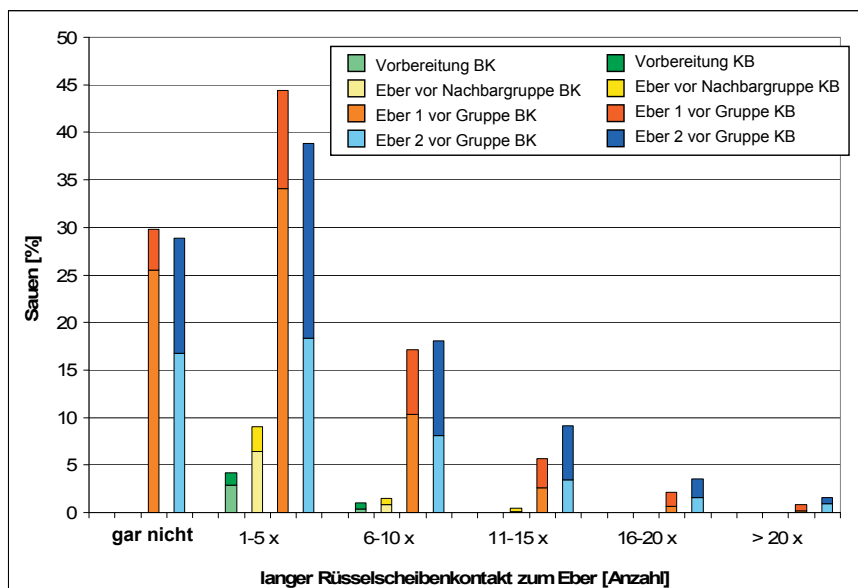


Abbildung 27: Häufigkeit des Parameters „langer Rüsselscheibenkontakt (> 2 sec) zum Eber“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK und KB

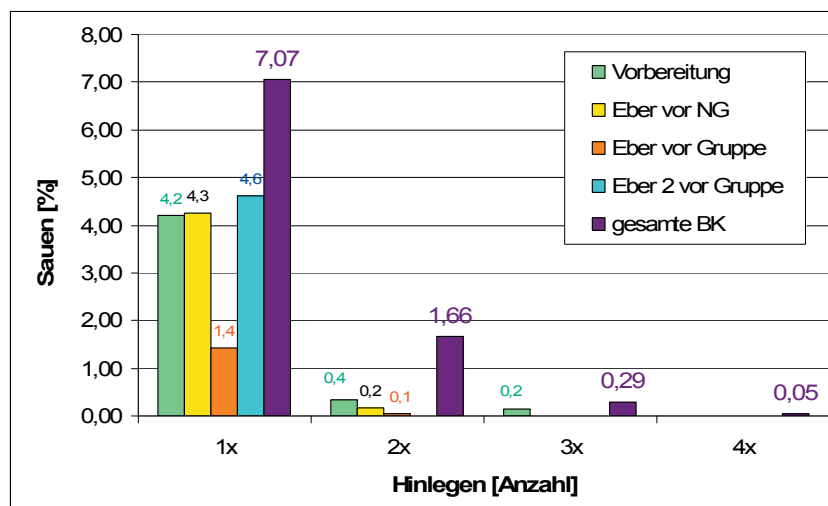


Abbildung 28: Häufigkeit des Parameters „Hinlegen“ während der verschiedenen Zeitphasen der BK sowie der gesamten BK

Die Abbildungen 29 bis 34 stellen die mittlere Anzahl der verschiedenen Verhaltensparameter während der BK in Relation zum Duldungsbeginn bzw. Duldungsende der einzelnen Sauen dar. Die Abbildungen 35 bis 37 zeigen die mittlere Anzahl der Verhaltensparameter während BK und KB in Relation zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt. Der Vergleich multipler Mittelwerte mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Test ergab für alle in den Abbildungen 29 bis 37 dargestellten Verhaltensparameter höchst signifikante Unterschiede der durchschnittlichen Anzahl der gezeigten Parameter in Relation zum Duldungsbeginn und -ende sowie zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt. Die durch den paarweise Mittelwertvergleich mit Hilfe des t-Tests bzw. - für den nicht normalverteilten Parameter „Stangenbeißen“ - mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests gesicherten statistischen Unterschiede sind aus den Abbildungen 29 bis 37 zu entnehmen. Hierfür wurden immer die Mittelwerte aufeinander folgender BK bzw. der aufeinander folgenden Zeitklassen in Relation zum Ovulationszeitpunkt miteinander verglichen. Die in den Abbildungen 29 und 30 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die Anzahl der gezeigten Verhaltensparameter, die als versuchte Kontaktaufnahme der Sauen zum Eber gewertet wurden, ab der zweiten BK vor dem Duldungsbeginn bis zum Duldungsbeginn hin stetig zunimmt und danach - insbesondere nach Duldungsende - wieder abfällt. Wie aus Abbildung 35 ersichtlich ist, beginnt die Zunahme dieser Verhaltensparameter etwa 66 bis 55 h vor dem theoretischen Ovulationszeitpunkt und die Abnahme etwa zum Zeitpunkt der Ovulation (zwischen 6 h vor und 29 h nach der Ovulation). In der gleichen Weise kommt es zu einer Zu- bzw. Abnahme der mittleren Anzahl an Rüsselscheibenkontakten zum Eber in Abhängigkeit von Duldungsbeginn und -ende sowie Ovulationszeitpunkt der Sauen (siehe Abbildungen 33, 34 und 37). Im Zeitraum von 18 h vor bis 17 h nach dem rechnerischen Ovulationszeitpunkt hatten die Sauen mit durchschnittlich 22 (9 langen (≥ 2 sec) und 13 kurzen (< 2 sec)) die meisten Rüsselscheibenkontakte zum Eber während der BK. Die mittlere Anzahl des als Übersprungshandlung gewerteten Stangenbeißens nimmt bereits ab 3 BK vor Duldungsbeginn hin stetig zu und schon vor dem Duldungsende bis zur 3. BK nach Duldungsende wieder ab (Abbildungen 31 und 32). Am häufigsten trat Stangenbeißen im Zeitraum zwischen 42 h vor und 5 h nach dem rechnerischen Ovulationszeitpunkt der Sauen auf. Innerhalb dieses Zeitraumes zeigten die Sauen im Mittel 20- bis 25-mal Stangenbeißen je BK, während mehr als 66 h vor sowie ab 30 nach dem rechnerischen Ovulationszeitpunkt die Tiere im Durchschnitt nur 0,5- bis 2,1-mal Stangenbeißen je BK zeigten (siehe Abbildung 36).

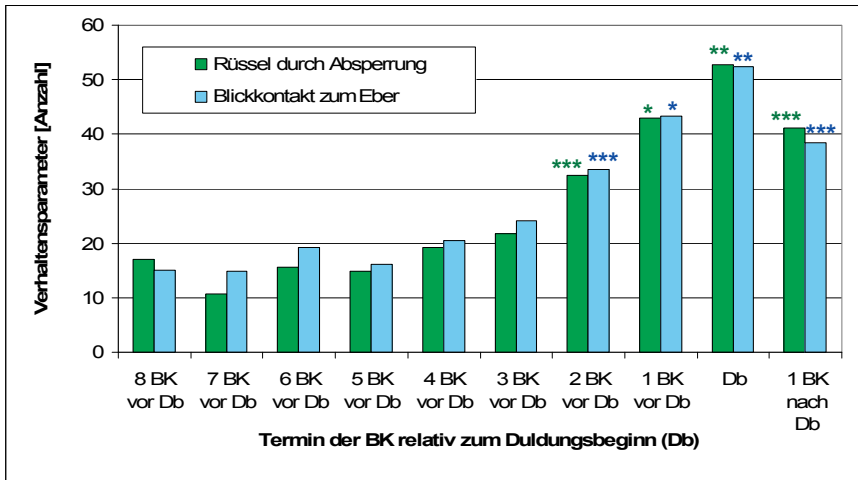


Abbildung 29: Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber in Relation zum Duldungsbeginn der einzelnen Sauen

(* = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist signifikant ($p < 0,05$);

** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist hoch signifikant ($p < 0,01$);

*** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

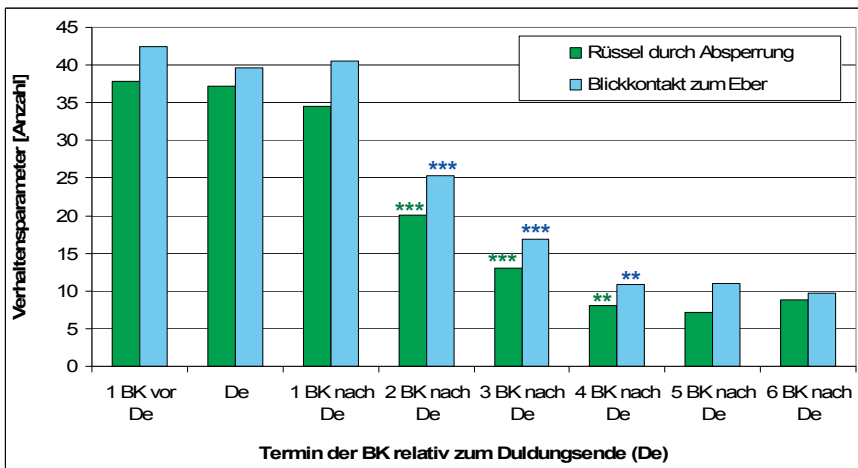


Abbildung 30: Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber in Relation zum Duldungsende der einzelnen Sauen

(** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist hoch signifikant ($p < 0,01$);

*** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

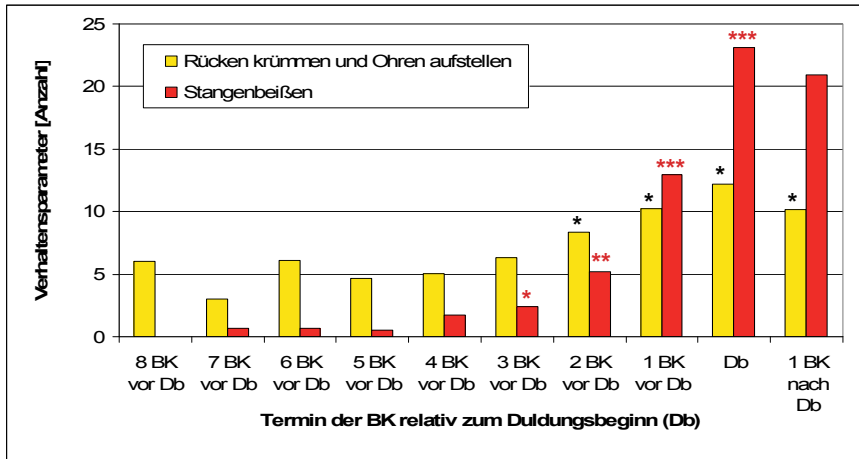


Abbildung 31: Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Relation zum Duldbeginn der einzelnen Sauen (* = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist signifikant ($p < 0,05$); ** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

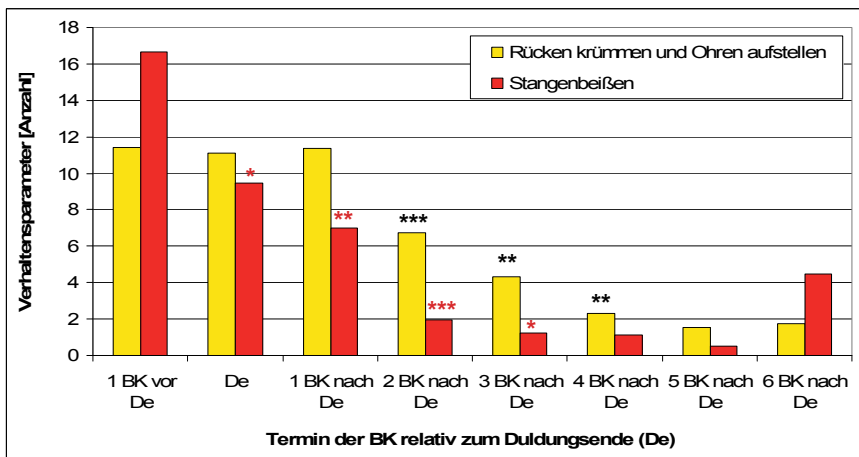


Abbildung 32: Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Relation zum Duldbeginn der einzelnen Sauen (* = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist signifikant ($p < 0,05$); ** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

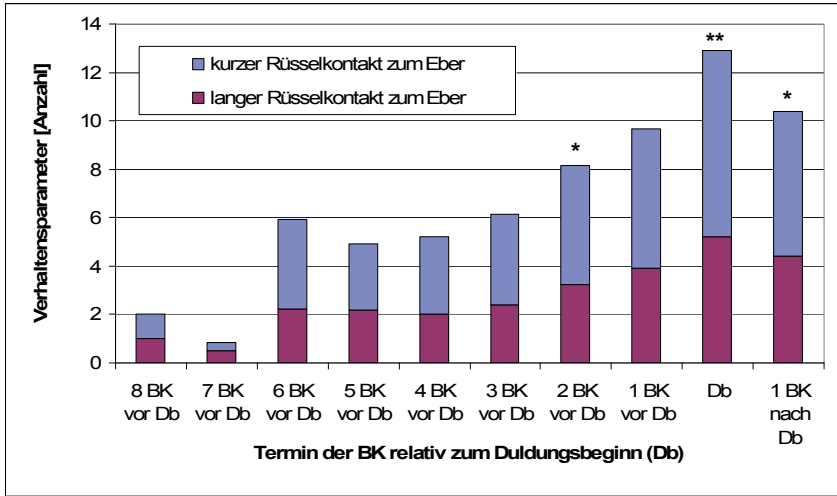


Abbildung 33: Mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber in Relation zum Duldungsbeginn der einzelnen Sauen

(* = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist signifikant ($p < 0,05$);

(** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist hoch signifikant ($p < 0,01$))

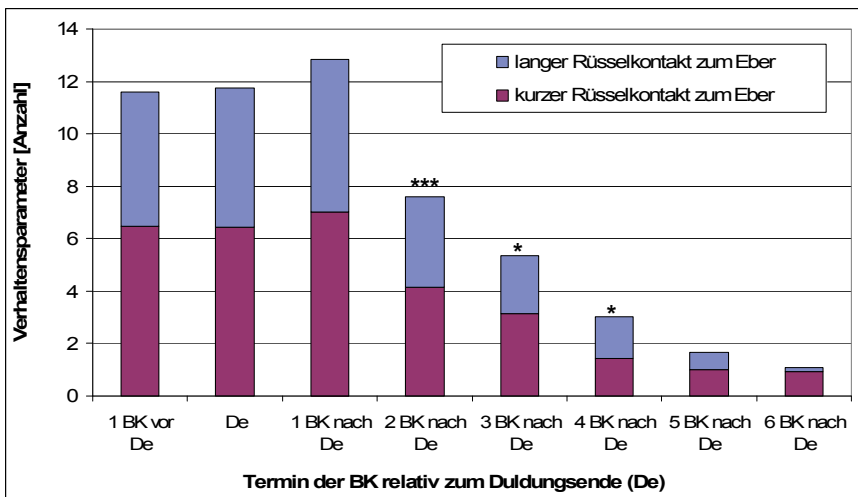


Abbildung 34: Mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber in Relation zum Duldungsende der einzelnen Sauen

(* = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist signifikant ($p < 0,05$);

(*** = der Unterschied zur vorhergehenden BK ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

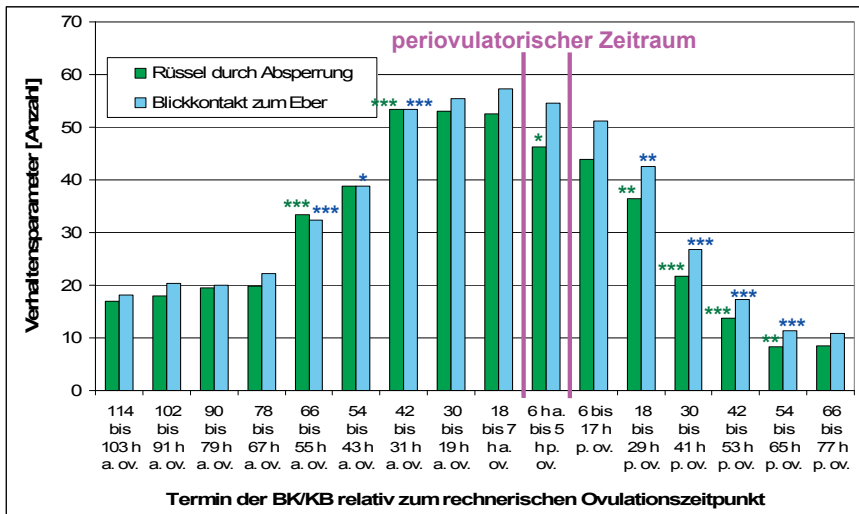


Abbildung 35: Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber während der BK und KB in Relation zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt der einzelnen Sauen (* = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist signifikant ($p < 0,05$); ** = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

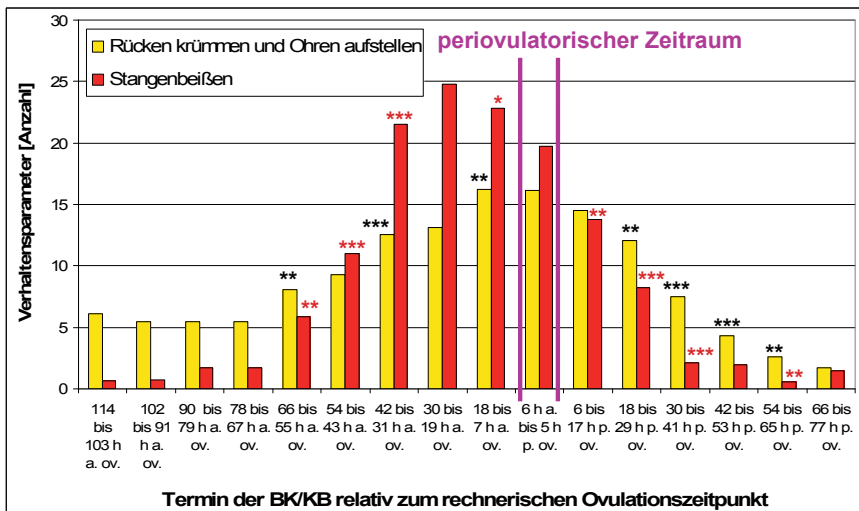


Abbildung 36: Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Relation zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt der einzelnen Sauen (* = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist signifikant ($p < 0,05$); ** = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

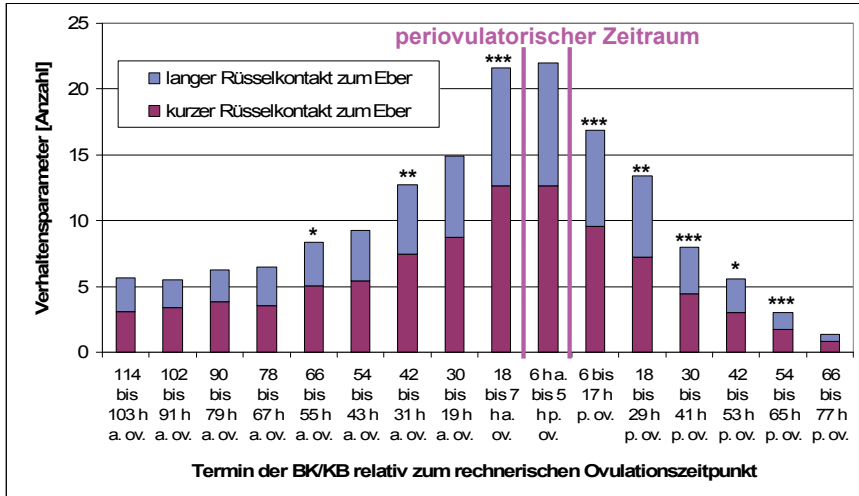


Abbildung 37: Mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber in Relation zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt der einzelnen Sauen (* = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist signifikant ($p < 0,05$); ** = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = der Unterschied zum vorhergehenden Zeitabschnitt ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

4.3.1. Verhalten von Sauen während der Künstlichen Besamung

Von den videoüberwachten Sauen wurden 203 Tiere dreimal, 44 zweimal und 8 nur einmal besamt (siehe Tabelle 26). Von diesen 705 Besamungen konnten 21 wegen mangelhafter Videoaufzeichnungen nicht ausgewertet werden, so dass die Aufnahmen von 684 Besamungen (247 x KB₁; 240 x KB₂; 197 x KB₃) zur Auswertung kamen. Davon erfolgten 370 während der Anwesenheit von einem und 314 von zwei Stimulierebern.

Die Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter während der BK mit KB über alle Sauen sowie die Dauer der einzelnen Zeitphasen sind in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Mittlere Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen während der Gesamtdauer vom Schließen der Tore im Eberlaufgang bis zum Ende der Eberanwesenheit (in Klammern ist jeweils die Spannweite angegeben)

Zeitphase		Vorbereitung der BK	Eber vor Nachbargruppe	Eber 1 vor der Gruppe	Eber 2 vor der Gruppe	gesamte BK **
Rüssel durch Abspernung		24,33 (0-152)	13,15 (0-66)	7,82 (0-58)	14,49 (0-54)	51,46 (0-189)
Blickkontakt *	zu Eber 1	24,19 (0-119)		12,60 (0-67)	3,22 (0-26)	50,55 (2-159)
	zu Eber gesamt	24,19 (0-119)	13,51 (0-70)	14,92 (0-67)	15,77 (0-54)	59,36 (2-180)
Rücken krümmen		6,09 (0-34)	4,07 (0-20)	3,89 (1-17)	5,80 (0-21)	16,55 (1-55)
Stangenbeißen		13,86 (0-130)	5,66 (0-128)	1,72 (0-42)	1,30 (0-35)	21,63 (0-213)
Rüsselkontakt zu Eber 1	kurz	0,55 (0-18)		8,21 (0-41)	0,29 (0-6)	9,62 (0-41)
	lang	0,31 (0-12)		5,71 (0-33)	0,39 (0-12)	6,69 (0-33)
	gesamt	7,16 (0-29)		13,92 (0-62)	0,68 (0-18)	16,31 (0-62)
Rüsselkontakt zu Eber gesamt *	kurz	0,55 (0-18)	0,88 (0-27)	8,58 (0-41)	6,03 (0-26)	12,73 (0-53)
	lang	0,31 (0-12)	0,67 (0-18)	6,13 (0-33)	4,96 (0-28)	9,35 (0-45)
	gesamt	7,16 (0-29)	6,20 (0-41)	14,70 (0-62)	10,98 (0-51)	22,08 (0-93)
	gesamt					
Eber steigt an Abspernung hoch				0,82 (0-10)	0,35 (0-4)	0,98 (0-10)
Hinlegen		0,07 (0-3)	0,10 (0-2)	0,00	0,05 (0-1)	0,19 (0-4)
Dauer [mm:ss]		08:49 (00:13-29:16)	06:56 (00:35-22:11)	07:57 (03:02-22:14)	06:32 (02:51-10:48)	26:27 (06:53-48:50)

*: Blickkontakt zum Eber ist in der Vorbereitungsphase nur zu Eber 1 möglich; während der Zeitphase „Eber vor Nachbargruppe“ wurde bei der Aufnahme der Parameter Blick- bzw. Rüsselkontakt zum Eber nicht zwischen Eber 1 und Eber 2 unterschieden.

**: nicht alle BK enthalten auch alle Zeitphasen (siehe Tabelle 2), daher ist die Summe der Mittelwerte aller Zeitphasen nicht gleich der mittleren Anzahl während der gesamten BK

4.3.1.1. Einfluss der Anzahl an Stimulationsebern

Die Unterschiede in der mittleren Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter über die Gesamtdauer der BK/KB (Schließen der Tore bis kein Eber mehr im Eberlaufgang ist) zu den Besamungsterminen der einzelnen Sauen zwischen der 1-Eber- und der 2-Eber-Gruppe sind in Tabelle 28 dargestellt.

In der Gruppe der Sauen, die mit zwei Ebern stimuliert wurden, waren die Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme mit dem Eber („Rüssel durch Absperrung“ und „Blickkontakt zu Eber“) sowie auch die Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber höchst signifikant häufiger zu beobachten als in der 1-Eber-Gruppe. Lediglich die mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte allein zum Eber 1 ist in der 1-Eber-Gruppe mit 17,29 hoch signifikant größer als in der 2-Eber-Gruppe mit 15,16. Berücksichtigt man aber für die 2-Eber-Gruppe alle Rüsselscheibenkontakte der Sauen (zu beiden Ebern), so hatten die Sauen im Durchschnitt 10 Rüsselscheibenkontakte zum Eber mehr als die Tiere der 1-Eber-Gruppe. Auch der Parameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ wurde höchst signifikant häufiger in der 2-Eber-Gruppe beobachtet, wohingegen Stangenbeißen signifikant öfter bei den Tieren der 1-Eber-Gruppe auftrat.

An diesen Ergebnissen ändert sich auch nicht viel, wenn man statt der absoluten Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter die relative Anzahl je Minute BK-Dauer berücksichtigt, um die aus Tabelle 29 ersichtliche durchschnittlich 5½ Minuten längere Beobachtungszeit bei der 2-Eber-Gruppe auszugleichen (siehe Tabelle 30). Die längere Beobachtungszeit in der 2-Eber-Gruppe entsteht v. a. dadurch, dass der zweite Eber im Anschluss an die BK/KB noch für etwa 5 Minuten vor den hintersten Sauen (Standplätze 5-8) fixiert wurde, sobald mindestens eine dieser Sauen besamt worden war (siehe auch Abbildung 5; Kapitel 3.1.1.). Außerdem dauerte auch die Vorbereitungsphase bei der 2-Eber-Gruppe im Mittel etwa 2¼ Minuten länger als in der 1-Eber-Gruppe, da - nachdem der erste Eber zwischen zwei Toren im Eberlaufgang fixiert worden war - erst noch der zweite Eber geholt und ebenfalls in den Eberlaufgang getrieben werden musste. Demgegenüber sind aber die Zeitdauern „Eber vor der Gruppe“ bzw. „Eber vor der Nachbargruppe“ in der 2-Eber-Gruppe im Durchschnitt etwas kürzer im Vergleich zur 1-Eber-Gruppe, da die Tore im Eberlaufgang bei der Stimulation mit zwei Ebern vom Besamergang aus zu öffnen und zu schließen waren, während sie beim Einsatz von nur einem Eber nur vom Ebergang aus zu bedienen waren.

Während der KB wurde bei 37,3 % der Besamungen in der 1-Eber-Gruppe mind. einmal hochgradige Unruhe beobachtet, in der 2-Eber-Gruppe war dies nur bei 29,3 % der Besamungen der Fall. Außerdem waren bei 7 Besamungen (1,9 %) in der 1-Eber-Gruppe im Gegensatz zu keiner in der 2-Eber-Gruppe die Sauen während der gesamten KB unruhig. Beide Unterschiede sind im Chi-Quadrat-Test signifikant. Auch die mittlere Anzahl der beobachteten Unruhe je KB ist tendenziell in der 1-Eber-Gruppe höher als in der 2-Eber-Gruppe (Tabelle 28). Dieser Unterschied konnte aber statistisch nicht gesichert werden.

Sowohl die Anzahl des Verhaltensparameters „Immobilisation p. KB“ (also die Häufigkeit der Einnahme dieser Immobilisationshaltung je besamter Sau; siehe auch Definition im Kapitel 3.1.4.; S.104) als auch deren Gesamtdauer ist in der 2-Eber-Gruppe doppelt so groß und somit höchst signifikant höher als in der 1-Eber-Gruppe. Bei der durchschnittlichen Dauer dieser einzelnen Immobilisations-Phasen lässt sich allerdings kein Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgruppen feststellen.

Tabelle 28: Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit von der Anzahl der Stimulationseber

Parameter		1-Eber-Gruppe (n = 370)			2-Eber-Gruppe (n = 314)			Sig. ¹
		Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	
Rüssel durch Absperrung		43,83	0	167	60,46	4	189	***
Blickkontakt zu Eber	Eber 1	47,70	2	127	53,91	4	159	**
	gesamt	47,70	2	127	73,10	13	180	***
Rücken krümmen und Ohren aufstellen		12,75	1	43	21,05	2	55	***
Rüsselkontakt zu Eber 1	kurz	9,82	0	41	9,39	0	41	n. s.
	lang	7,47	0	33	5,77	0	30	***
	gesamt	17,29	0	60	15,16	0	62	**
Rüsselkontakt zu Eber gesamt	kurz	9,82	0	41	16,15	1	53	***
	lang	7,47	0	33	11,57	0	45	***
	gesamt	17,29	0	60	27,72	2	93	***
Stangenbeißen		24,74	0	213	17,97	0	152	*
Hinlegen der Sau		0,16	0	4	0,23	0	3	n. s.
Unruhe während der KB	ggr.	2,67	0	16	2,48	0	19	n. s.
	hgr.	1,59	0	16	1,08	0	16	n. s.
manuelle Stimulation		2,29	0	12	2,22	0	6	n. s.
Immobilisation p. KB	Anzahl	4,34	0	21	9,08	0	37	***
	Dauer, gesamt [sec]	154,17	0	964	296,16	0	909	***
	Dauer/Anzahl [sec]	46,60	1	942	47,71	2	548	n. s.

(¹Sig. = Signifikanz; n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$);

** = hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = höchst signifikant ($p < 0,001$))

Tabelle 29: Durchschnittliche Dauer der einzelnen Zeitphasen der BK/KB zu den KB-Terminen der 1- bzw. 2-Eber-Gruppe

Zeitphase der BK/KB	Zeitdauer der jeweiligen Zeitphase [mm:ss]					
	1-Eber-Gruppe (n = 370)			2-Eber-Gruppe (n = 314)		
	Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.
Vorbereitung der BK/KB	07:47	00:31	29:16	10:02	00:42	25:28
Eber vor Nachbargruppe	07:42	00:51	22:11	05:57	00:35	11:14
Eber 1 vor der Gruppe vor der KB	01:51	00:02	09:21	01:40	00:05	05:34
manuelle Stimulation vor der KB	00:25	00:02	02:09	00:26	00:06	04:04
KB	04:12	01:02	08:38	04:07	00:59	08:51
Eber 1 vor der Gruppe nach der KB	02:03	00:00	14:24	01:09	00:08	04:17
Eber 2 vor der Gruppe				06:32	02:51	10:48
gesamte BK *	23:55	06:53	44:30	29:25	11:11	48:50

* = die Summe der mittleren Dauer der einzelnen Zeitphasen ergibt nicht genau die mittlere Dauer der gesamten BK, da nicht alle Zeitphasen für jede KB vorliegen (siehe Tabelle 21)

Tabelle 30: Durchschnittliche Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter je Minute BK-Dauer zu den KB-Terminen in Abhängigkeit von der Anzahl der Stimulationseber

Parameter		1-Eber-Gruppe (n = 370)			2-Eber-Gruppe (n = 314)			Sig. ¹
		Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	
Rüssel durch Abspernung		1,84	0	8	2,08	0	6	**
Blickkontakt zu Eber	Eber 1	2,01	0	6	1,81	0	4	**
	gesamt	2,01	0	6	2,50	1	5	***
Rücken krümmen und Ohren aufstellen		0,55	0	2	0,72	0	2	***
Rüssel- kontakt zu Eber 1	kurz	0,42	0	2	0,33	0	1	***
	lang	0,33	0	1	0,20	0	1	***
	gesamt	0,75	0	2	0,53	0	2	***
Rüssel- kontakt zu Eber gesamt	kurz	0,42	0	2	0,57	0	2	***
	lang	0,33	0	1	0,40	0	2	**
	gesamt	0,75	0	2	0,97	0	4	***
Stangenbeißen		1,03	0	8	0,59	0	5	***

(¹Sig. = Signifikanz;

n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$);

*** = höchst signifikant ($p < 0,001$))

4.3.1.2. Einfluss des eingesetzten Stimulierebers

Einzelne Verhaltensparameter der Sauen wurden in Abhängigkeit vom jeweils eingesetzten Stimuliereber mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests auf signifikante Unterschiede der Mittelwerte überprüft (Tabelle 31). Bei den Sauen der 2-Eber-Gruppe wurde hierfür nur der 1. Eber (KB-Eber) berücksichtigt. Es konnten höchst signifikante Unterschiede in der Anzahl der Parameter „Blickkontakt zum Eber“ und „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ nachgewiesen werden. Der Unterschied in der mittleren Anzahl an Stangenbeißen ließ sich statistisch nicht sichern. Der sowohl vom Eber als auch von den Sauen aktiv ausgehende Parameter „Rüsselkontakt zum Eber“ ist hoch signifikant verschieden zwischen den einzelnen Ebern; die Anzahl der langen Rüsselscheibenkontakte zeigt sogar höchst signifikante Unterschiede. Auch das Hochsteigen des Ebers an der Absperrung zu den Sauen wurde höchst signifikant unterschiedlich häufig bei den verschiedenen Ebern beobachtet. Das Verhalten der Sauen während der KB zeigt ebenfalls Unterschiede mit Bezug zu den eingesetzten Stimulierebern. Sowohl für die mittlere Anzahl geringgradiger wie auch die hochgradiger Unruhe während der KB konnten signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Ebern ermittelt werden. Dabei zeigt sich, dass v. a. bei der Stimulation durch den Eber 1 am häufigsten hgr. Unruhe während der KB beobachtet wurde. Dieser Eber zeigte auch deutlich öfter das Hochsteigen an der Absperrung im Vergleich zu den anderen Ebern, während er bei der Anzahl der Rüsselscheibenkontakte (sowohl lang als auch gesamt) eher im unteren Bereich lag. Bei Eber 3 hingegen wurden die meisten Rüsselscheibenkontakte gezählt und am wenigsten Unruhe der Sauen während der KB beobachtet. Diese beiden Eber sind die einzigen, die über die gesamte Dauer der Untersuchung im Einsatz waren.

Anhand der ethologischen Beobachtungen kann die stimulative Wirkung der Eber 2 und 3 auf die Sauen als am besten bewertet werden, da während des Einsatzes dieser Eber am seltensten hgr. Unruhe während der KB bei den Sauen beobachtet wurde. Auch die mittlere Anzahl der langen Rüsselscheibenkontakte bei diesen beiden Ebern am höchsten.

Tabelle 31: Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit von den eingesetzten Stimulierebern

Parameter	als Eber 1 (KB-Eber) eingesetzter Stimulationseber					Sig. ¹
	1	2	3	4	5	
n	240	64	193	121	66	
Blickkontakt zu Eber	49,22 (6-127)	36,81 (2-82)	54,33 (9-159)	58,50 (4-157)	43,08 (13-106)	***
Rücken krümmen und Ohren aufstellen	14,05 (2-43)	10,91 (2-27)	18,51 (2-48)	20,84 (1-55)	17,47 (3-40)	***
kurz	9,21 (0-41)	7,97 (0-21)	10,37 (0-39)	9,79 (0-41)	10,23 (0-24)	n.s.
Rüssel- kontakt	lang 5,98 (0-25)	7,72 (0-26)	8,18 (0-33)	4,66 (0-21)	7,67 (0-22)	***
gesamt	15,19 (0-59)	15,69 (0-35)	18,55 (0-60)	14,45 (0-62)	17,89 (0-46)	**
Stangenbeißen	23,85 (0-213)	17,34 (0-62)	20,04 (0-134)	23,21 (0-154)	19,48 (0-86)	n.s.
Eber steigt hoch	1,90 (0-10)	0,14 (0-1)	0,70 (0-5)	0,42 (0-5)	0,29 (0-4)	***
Unruhe ggr. während	2,83 (0-15)	3,08 (0-10)	2,19 (0-19)	2,40 (0-13)	2,65 (0-10)	*
der KB hgr.	1,63 (0-14)	0,97 (0-11)	0,97 (0-13)	1,33 (0-16)	1,45 (0-11)	*

(¹Sig. = Signifikanz;

n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$);

*** = höchst signifikant ($p < 0,001$))

4.3.1.3. Einfluss der Rangposition der Sau

Für 660 auswertbare Aufzeichnungen der Besamungen bzw. 642 auswertbare Aufzeichnungen zur Ermittlung des Verhaltensparameters „Immobilisation *p.* KB“ war die Rangposition der jeweiligen Sau innerhalb der Besamungsgruppe bekannt. Die Anzahl der einzelnen Verhaltensparameter während der Gesamtdauer der BK/KB zu den KB-Terminen der Sauen ist in Tabelle 32 getrennt nach ranghohen (Rangpositionen 1 bis 4) und rangniedereren Tieren (Rangpositionen 5 bis 8) dargestellt. In Tabelle 33 sind sie für jede Rangposition einzeln aufgeführt. Für die meisten Verhaltensparameter konnte kein Unterschied in der Anzahl der Beobachtungen zwischen ranghohen und rangniedereren Tieren ermittelt werden. Lediglich für die Parameter „Stangenbeißen“, „hgr. Unruhe während der KB“ und „Immobilisation *p.* KB“ konnten Unterschiede zwischen ranghohen und rangniedereren Sauen statistisch abgesichert werden. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt für die ranghohen Sauen signifikant mehr hgr. Unruhe während der KB sowie einen höchst signifikant höheren Wert für den Parameter „Stangenbeißen“ als für die rangniedereren Tiere. Außerdem konnte im Chi-Quadrat-Test nachgewiesen werden, dass bei den ranghohen Sauen der Anteil an Tieren, bei denen gar kein Stangenbeißen beobachtet wurde, mit 6,81 % höchst signifikant niedriger liegt als bei den Sauen der Rangpositionen 5 bis 8 mit 16,31 %. Die Werte für die Anzahl wie auch die Gesamtdauer der Immobilisation *p.* KB sind im Mann-Whitney-U-Test hoch bzw. höchst signifikant größer für die rangniedereren Tiere. Auch die durchschnittliche Dauer je Immobilisation liegt bei den rangniedereren Sauen mit 52,47 Sekunden statistisch signifikant über dem Wert der ranghohen Tiere (42,99 sec).

Tabelle 32: Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit von der Rangposition der Sauen (ranghoch versus rangniedrig)

Parameter		ranghohe Sauen (Rangposition 1 bis 4) (n = 323)			rangniedere Sauen (Rangposition 5 bis 8) (n = 325)			Sig. ¹
		Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	
Rüssel durch								
Absperrung		54,1	1	189	51,2	2	183	n. s.
Blickkontakt zu Eber	Eber 1	51,1	4	133	51,4	2	159	n. s.
	gesamt	59,7	8	159	61,4	2	180	n. s.
Rücken krümmen und Ohren aufstellen		16,3	1	49	17,7	2	55	n. s.
Rüsselkontakt zu Eber 1	kurz	9,5	0	41	9,9	0	41	n. s.
	lang	7,0	0	33	6,8	0	26	n. s.
	gesamt	16,5	0	60	16,6	0	62	n. s.
Rüsselkontakt zu Eber gesamt	kurz	12,8	0	42	13,1	0	53	n. s.
	lang	9,6	0	45	9,8	0	41	n. s.
	gesamt	22,4	0	87	22,9	0	93	n. s.
Stangenbeißen		23,9	0	154	19,9	0	213	***
Hinlegen der Sau		0,2	0	2	0,2	0	4	n. s.
Unruhe während der KB	ggr.	2,6	0	16	2,5	0	19	n. s.
	hgr.	1,6	0	16	1,1	0	16	*
manuelle Stimulation		2,3	0	12	2,3	0	8	n. s.
Immobilisation p. KB	Anzahl	5,9	0	25	7,4	0	37	**
	Dauer, gesamt [sec]	202,6	0	909	247,8	0	942	***
	Dauer je							
	Anzahl [sec]	43,0	1	548	52,5	1	942	*

(¹Sig. = Signifikanz;

n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$);

*** = höchst signifikant ($p < 0,001$))

Bei dem Vergleich der einzelnen Rangpositionen (Tabelle 33) fällt auf, dass die größere Anzahl an hgr. Unruhe während der KB sowie die niedrigeren Werte für die Immobilisation *p.* KB bei den ranghohen Tieren v. a. auf die Sauen mit den Rangpositionen (RP) 1 und 2 zurückzuführen sind. Mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests lässt sich für den Parameter „hgr. Unruhe während der KB“ der Unterschied zwischen den Werten für die RP 1 und den Rangpositionen 4 und 8 sowie zwischen der RP 2 und allen anderen Rangpositionen außer RP 1 statistisch sichern (Abbildung 38). Für den Parameter „Immobilisation *p.* KB“ lassen sich die Unterschiede zwischen RP 1 und den hinteren drei (Anzahl der Immobilisationen) bzw. fünf (Gesamtdauer der Immobilisation *p.* KB) Rangpositionen sowie zwischen RP 2 und den Rangpositionen 4, 6, 7 und 8 (Anzahl der Immobilisationen) bzw. allen höheren Rangpositionen (Gesamtdauer der Immobilisation *p.* KB) statistisch sichern (Abbildung 39). Die geringere Anzahl an Stangenbeißen bei den rangniederen Sauen beruht hauptsächlich auf den niedrigen Werten für die beiden letzten Rangplätze. Dabei lassen sich die Unterschiede zwischen der RP 8 und allen anderen außer der RP 7 sowie zwischen der RP 7 und den erst fünf Rangpositionen statistisch sichern (Abbildung 40).

Die Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme mit dem Eber wurden am häufigsten von den Sauen mit hoher bzw. mittlerer Rangposition gezeigt. Während die Unterschiede in der mittleren Anzahl des Parameters „Blickkontakt zum Eber“ zwischen den einzelnen Rangplätzen nur tendenziell sind lässt sich der Einfluss der Rangposition auf den Parameter „Rüssel durch Absperrung strecken“ statistisch sichern (Tabelle 33). Der Vergleich der einzelnen Rangpositionen miteinander im t-Test ergibt für die beiden letzten Rangpositionen sowie die RP 3 signifikant niedrigere Werte für diesen Parameter (mit unterschiedlichem Signifikanzniveau; siehe Abbildung 41) als für die übrigen Rangpositionen.

Tabelle 33: Mittlere Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen für die einzelnen Rangpositionen der Sauen

Parameter		Rangposition der Sauen								Sig. ¹
		1	2	3	4	5	6	7	8	
n		80	79	86	78	82	84	75	84	
Rüssel durch		55,0	59,0	44,2	59,0	62,4	55,3	44,7	41,9	***
Absperrung		(9-155)	(4-159)	(7-110)	(1-189)	(7-183)	(3-142)	(3-168)	(2-102)	
Blickkontakt zu		50,2	52,9	48,44	53,3	54,8	53,6	51,4	45,8	n. s.
Eber 1		(6-133)	(9-123)	(4-110)	(6-108)	(6-127)	(11-125)	(9-157)	(2-159)	
Blickkontakt zu		59,6	61,0	56,9	61,7	64,0	62,7	62,1	56,8	n. s.
Eber ges.		(9-159)	(9-145)	(8-143)	(8-127)	(0-39)	(11-150)	(9-167)	(2-180)	
Rücken		14,7	15,3	15,8	19,6	17,3	17,9	19,0	16,6	*
krümmen		(1-36)	(2-43)	(2-48)	(2-49)	(4-52)	(3-42)	(3-54)	(2-55)	
Rüssel- kontakt zu Eber 1	kurz	10,0	8,7	8,8	10,7	10,3	9,7	10,2	9,4	n. s.
		(0-41)	(0-34)	(0-30)	(0-32)	(0-41)	(0-34)	(0-40)	(0-33)	
	lang	7,2	6,5	6,1	8,1	6,2	6,5	6,9	7,5	n. s.
		(0-24)	(0-22)	(0-30)	(0-33)	(0-24)	(0-25)	(0-26)	(0-22)	
	ges.	17,2	15,3	14,9	18,8	16,5	16,2	17,1	16,9	n. s.
		(2-59)	(0-49)	(0-54)	(0-60)	(0-62)	(0-44)	(0-52)	(0-40)	
Rüssel- kontakt zu Eber ges.	kurz	12,7	11,3	12,4	14,9	13,6	13,2	12,9	12,9	n. s.
		(2-41)	(0-39)	(0-42)	(1-42)	(0-53)	(0-44)	(1-40)	(0-40)	
	lang	9,6	8,1	9,0	11,9	8,7	9,6	9,9	10,8	n. s.
		(0-24)	(0-27)	(0-35)	(0-45)	(0-40)	(0-41)	(0-34)	(0-36)	
	ges.	22,3	19,4	21,4	26,8	22,3	22,8	22,8	23,6	n. s.
		(3-61)	(0-61)	(1-73)	(4-87)	(1-93)	(0-78)	(3-65)	(0-69)	
Stangenbeißen		29,2	23,5	22,2	20,6	31,7	22,2	15,4	10,1	***
		(0-154)	(0-133)	(0-152)	(0-111)	(0-213)	(0-186)	(0-128)	(0-60)	
Unruhe während der KB	ggr.	2,76	2,87	2,45	2,23	2,87	2,76	2,36	2,11	n. s.
		(0-12)	(0-12)	(0-12)	(0-16)	(0-13)	(0-10)	(0-10)	(0-19)	
	hgr.	1,79	2,32	1,31	0,92	1,18	1,33	1,05	0,95	**
		(0-13)	(0-16)	(0-11)	(0-9)	(0-8)	(0-11)	(0-6)	(0-16)	
Immobilisation p. KB										
	[Anzahl]	5,2	5,2	6,4	6,8	5,7	7,1	8,8	8,2	***
		(0-21)	(0-21)	(0-22)	(0-25)	(0-16)	(0-25)	(0-37)	(0-25)	
	Dauer	160	173	214	265	224	225	275	269	***
	[sec]	(0-678)	(0-863)	(0-713)	(0-909)	(0-742)	(0-811)	(0-828)	(0-942)	
	Dauer je	40,7	42,6	44,3	44,2	55,4	49,1	52,5	52,9	**
	Anzahl [sec]	(2-388)	(2-482)	(1-548)	(3-275)	(3-650)	(4-425)	(1-488)	(5-942)	

¹(Sig. = Signifikanz; n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = höchst signifikant ($p < 0,001$))

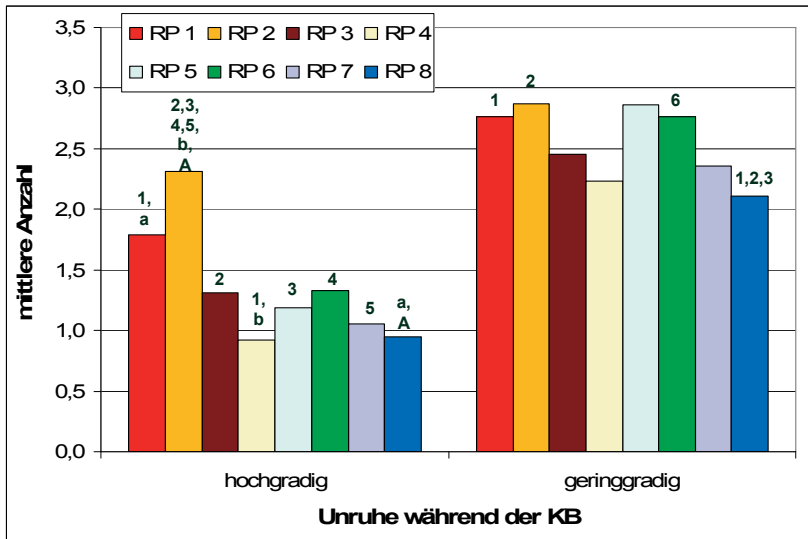


Abbildung 38: Mittlere Anzahl der von den Sauen gezeigten Unruhe während der KB in Abhängigkeit vom Rangordnungsplatz der Sauen innerhalb der jeweiligen KB-Gruppe (gleiche Zahlen stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0,05$); gleiche Kleinbuchstaben stehen für hoch signifikante Unterschiede ($p < 0,01$); gleiche Großbuchstaben stehen für höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$))

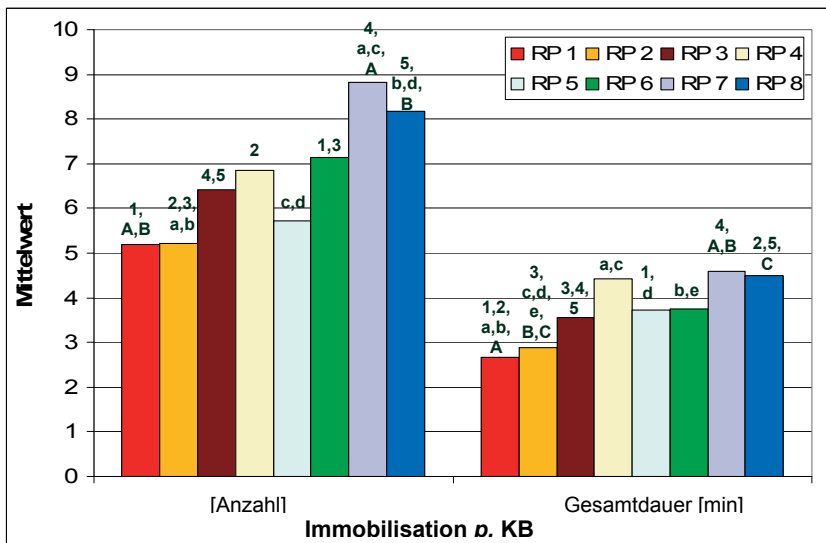
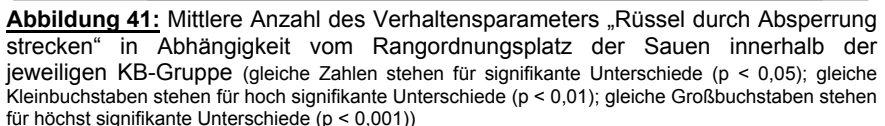
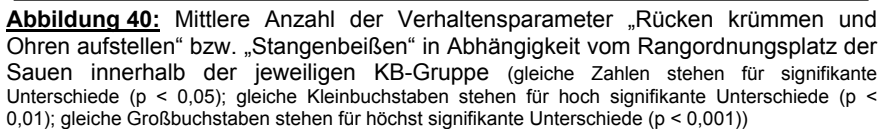


Abbildung 39: Vergleich der Immobilisation p. KB zwischen den Sauen mit verschiedener Rangordnungsposition (gleiche Zahlen stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0,05$); gleiche Kleinbuchstaben stehen für hoch signifikante Unterschiede ($p < 0,01$); gleiche Großbuchstaben stehen für höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$))



Wird zusätzlich zur Rangposition der Sauen auch die Zugehörigkeit zur 1- oder 2-Eber-Gruppe berücksichtigt, so zeigt sich, dass sowohl für den ersten als auch für den letzten Rangplatz die Stimulation durch zwei Eber im Vergleich zu einem Eber kaum Auswirkungen auf die Verhaltensparameter „Stangenbeißen“, „hgr. Unruhe während der KB“ und „Immobilisation p. KB“ hat. Für die mittleren Rangpositionen ließen sich hingegen deutliche Unterschiede zwischen der 1-Eber- und der 2-Eber-Gruppe feststellen (siehe Abbildung 42 bis 45). Die Stimulation durch zwei Eber führt zu einer hoch signifikanten Reduktion der mittleren Anzahl an Stangenbeißen bei den Sauen mit der Rangposition 5 von 48,22 (1-Eber-Gruppe) auf 15,12 (2-Eber-Gruppe). Auch bei den Tieren auf den Rangplätzen 2 und 4 reduziert die Stimulation durch zwei Eber die mittlere Anzahl an beobachtetem Stangenbeißen signifikant um etwa die Hälfte. Dagegen weisen die relativ hohe Anzahl dieses Parameters bei den Sauen mit der Rangposition 1 sowie die niedrigen Werte für die Tiere mit den beiden hinteren Rangplätzen keine großen Unterschiede zwischen der 1-Eber- und der 2-Eber-Gruppe auf. Die mittlere Anzahl des gezeigten Verhaltensparameters „hgr. Unruhe während der KB“ wird durch die Stimulation mit zwei Ebern bei den Sauen der Rangpositionen 2 und 3 (statistisch gesichert) auf etwa ein Drittel und bei den Tieren mit Rangplatz 6 (tendenziell) auf die Hälfte des jeweiligen Wertes der 1-Eber-Gruppe reduziert. Hinsichtlich der Immobilisation p. KB (sowohl Anzahl als auch Dauer) führt die Stimulation mit zwei Ebern im Vergleich zur 1-Eber-Gruppe unabhängig von der RP zu einer statistisch signifikanten bis höchst signifikanten Erhöhung der Werte (nur für die RP 1 lässt sich der Unterschied der Gesamtdauer der Immobilisation p. KB zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe statistisch nicht sichern). Für die Rangordnungsplätze 2 bis 7 sind die Werte der 2-Eber-Gruppe etwa doppelt so hoch oder höher als die der 1-Eber-Gruppe.

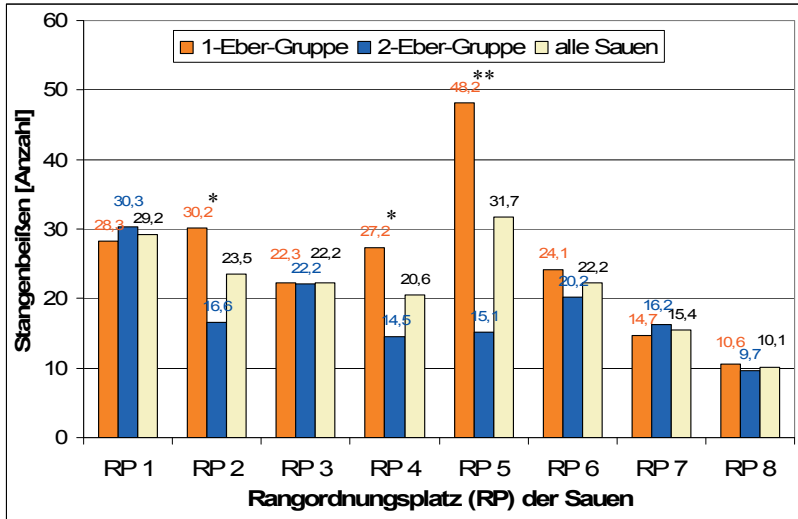


Abbildung 42: Vergleich der mittleren Anzahl an Stangenbeißen zwischen den Sauen der 1-Eber- und 2-Eber-Gruppe in Abhängigkeit von der Rangposition der einzelnen Sauen innerhalb der KB-Gruppe

(* = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist signifikant ($p < 0,05$);

(** = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist hoch signifikant ($p < 0,01$))

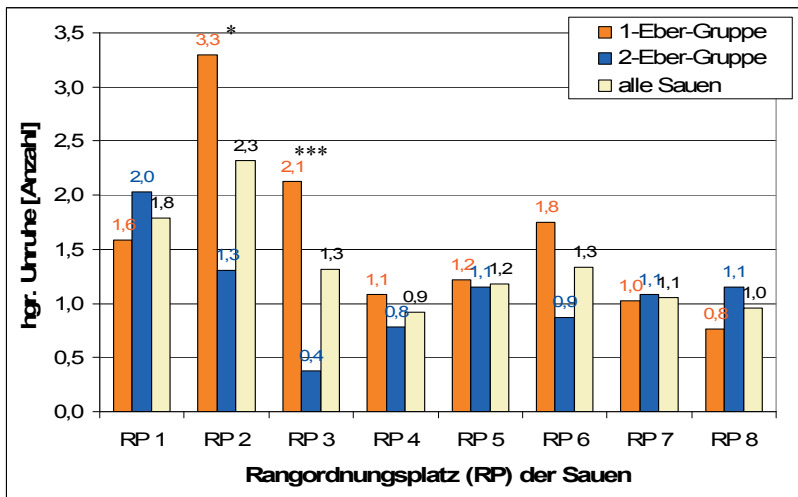


Abbildung 43: Vergleich der mittleren Anzahl des beobachteten Verhaltensparameters „hgr. Unruhe während der KB“ zwischen den Sauen der 1-Eber- und 2-Eber-Gruppe in Abhängigkeit von der Rangposition der einzelnen Sauen innerhalb der KB-Gruppe

(* = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist signifikant ($p < 0,05$);

(*** = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

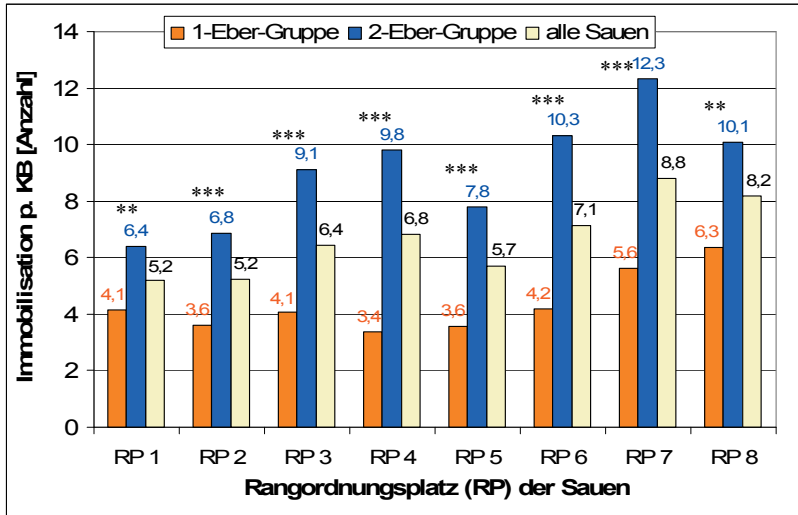


Abbildung 44: Vergleich der mittleren Anzahl des Verhaltensparameters „Immobilisation p. KB“ zwischen den Sauen der 1-Eber- und 2-Eber-Gruppe in Abhängigkeit von der Rangposition der einzelnen Sauen innerhalb der KB-Gruppe

(** = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist hoch signifikant ($p < 0,01$))

(*** = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

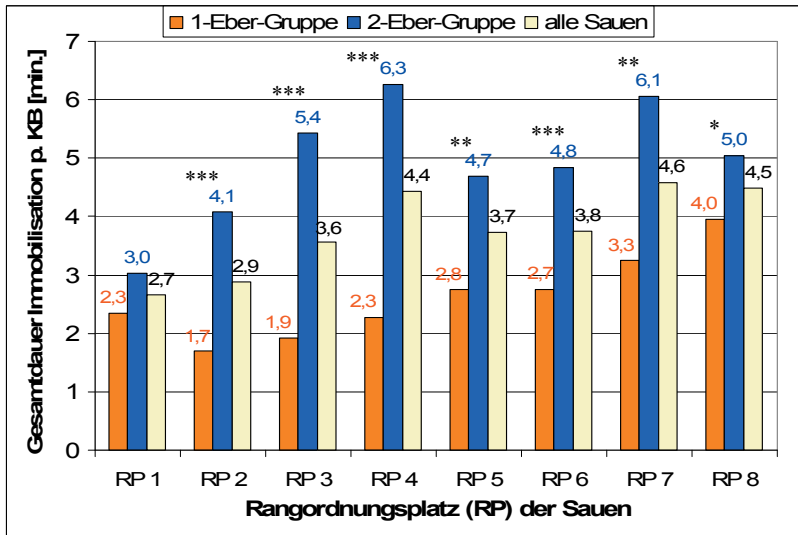


Abbildung 45: Vergleich der Gesamtdauer der Immobilisation p. KB zwischen den Sauen der 1-Eber- und 2-Eber-Gruppe in Abhängigkeit von der Rangposition der einzelnen Sauen innerhalb der KB-Gruppe

(* = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist signifikant ($p < 0,05$);

** = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist hoch signifikant ($p < 0,01$))

(*** = der Unterschied zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

4.3.1.4. Einfluss des Standplatzes der Sau

Tabelle 34 zeigt die Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen der Sauen über die Gesamtdauer der BK/KB je nach Standplatz der Sauen im Besamungszentrum. Mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests konnte ein Einfluss des Standplatzes der Sauen auf die mittlere Anzahl aller in der Tabelle dargestellten Verhaltensparameter statistisch gesichert werden. Im t-Test wurden alle Standplätze einzeln miteinander auf Unterschiede in der Anzahl der jeweiligen Verhaltensparameter überprüft. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 46, 47, 49 und 52 dargestellt, indem signifikante Unterschiede in der mittleren Anzahl des jeweiligen Verhaltensparameters zwischen zwei Standplätzen in Abhängigkeit vom Signifikanzniveau durch gleiche Zahlen ($p < 0,05$), gleiche Kleinbuchstaben ($p < 0,01$) bzw. gleiche Großbuchstaben ($p < 0,001$) gekennzeichnet sind.

Die Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme mit dem Eber sind generell für die Sauen der 2. Untergruppe (Plätze 5-8) etwas höher als für die Tiere der 1. Untergruppe (Plätze 1-4). Dieser Unterschied lässt sich aber statistisch nicht sichern. Am wenigsten wurden die Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme mit dem Eber bei den Sauen auf dem Standplatz 1 sowie Platz 8 beobachtet (Abbildung 46). Der Mittelwertvergleich mit Hilfe des t-Tests ergibt höchst signifikante Unterschiede zwischen den Sauen auf den Plätzen 1 und 8 im Vergleich zu den Tieren auf den übrigen Standplätzen für die Parameter „Rüssel durch Absperrung strecken“ (39,9 vs. 55,4) sowie „Blickkontakt zum Eber“ (52,2 vs. 61,8). Besonders der Parameter „Rüssel durch Absperrung strecken“ nimmt in der ersten Untergruppe vom ersten zum vierten Platz hin zu, während er in der zweiten Untergruppe bei den Tieren auf den beiden mittleren Standplätzen am häufigsten beobachtet wurde. In ähnlicher Weise wurde der Parameter „Stangenbeißen“ in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen unterschiedlich häufig beobachtet. Während die Sauen auf den Plätzen 1 und 2 im Durchschnitt etwa 13-mal Stangenbeißen während der Besamungstermine zeigten, wurde es bei den Sauen der 2. Untergruppe durchschnittlich zwischen 22- und 26-mal und bei den Tieren auf dem 4. Standplatz 32-mal beobachtet (Tabelle 34). Im Vergleich zwischen den einzelnen Standplätzen mittels Mann-Whitney-U-Test lässt sich der Unterschied in der mittleren Anzahl an gezeigtem Stangenbeißen von den Sauen auf den Plätzen 1 sowie 2 zu allen anderen Standplätzen außer Platz 3 statistisch (mit unterschiedlich hohen Signifikanzniveau) sichern (Abbildung 47).

Tabelle 34: Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen

Parameter		Standplatz der Sau								Sig. ¹
		1	2	3	4	5	6	7	8	
n		85	80	87	83	85	88	88	88	
Rüssel durch Absperrung		34,0 (0-155)	50,3 (4-159)	49,9 (2-122)	66,5 (12-189)	50,3 (5-167)	58,4 (7-142)	57,0 (8-183)	45,6 (1-109)	***
Blickkontakt zu Eber 1		40,6 (2-117)	51,2 (9-123)	47,7 (11-107)	56,9 (6-157)	60,7 (9-159)	52,4 (8-127)	48,3 (10-115)	47,2 (6-105)	***
Blickkontakt zu Eber ges.		51,4 (2-155)	62,5 (9-145)	56,9 (11-157)	63,6 (6-167)	70,7 (9-180)	63,5 (8-143)	55,0 (10-147)	52,7 (8-111)	***
Rücken krümmen		13,3 (2-55)	16,2 (2-43)	15,1 (3-49)	17,3 (2-45)	18,3 (2-52)	16,7 (1-54)	17,4 (1-48)	17,9 (2-42)	**
Rüsselkontakt zu Eber 1	kurz	7,3 (0-26)	5,8 (0-19)	10,6 (1-25)	14,1 (3-41)	8,0 (0-40)	5,9 (0-32)	10,4 (0-41)	14,5 (0-39)	***
	lang	4,6 (0-20)	4,5 (0-19)	7,2 (0-26)	9,5 (0-25)	6,0 (0-20)	4,3 (0-19)	8,0 (0-33)	9,3 (0-30)	***
	ges.	11,9 (0-40)	10,4 (0-31)	17,8 (1-37)	23,6 (3-59)	14,0 (0-52)	10,2 (0-43)	18,4 (2-62)	23,8 (0-56)	***
Rüsselkontakt zu Eber ges.	kurz	9,4 (0-27)	7,4 (0-23)	14,0 (2-39)	19,5 (3-44)	9,9 (0-40)	7,7 (0-32)	14,1 (0-53)	19,6 (0-42)	***
	lang	7,0 (0-26)	5,3 (0-20)	9,9 (0-36)	14,2 (0-45)	7,8 (0-20)	5,6 (0-19)	11,8 (0-40)	12,9 (0-35)	***
	ges.	16,4 (0-47)	12,7 (0-33)	24,0 (3-69)	33,7 (3-87)	17,7 (0-52)	13,3 (0-43)	25,9 (3-93)	32,5 (0-73)	***
Stangenbeißen		13,5 (0-83)	13,0 (0-116)	17,9 (0-90)	32,0 (0-186)	22,3 (0-98)	26,0 (0-213)	24,5 (0-154)	23,5 (0-144)	***
Unruhe während der KB	ggr.	3,2 (0-15)	3,1 (0-12)	2,4 (0-19)	2,1 (0-10)	3,6 (0-16)	2,7 (0-11)	1,8 (0-10)	1,8 (0-9)	***
	hgr.	2,1 (0-16)	1,3 (0-16)	0,8 (0-8)	1,6 (0-11)	1,6 (0-13)	1,3 (0-11)	1,3 (0-14)	1,0 (0-10)	*
Immobilisation p. KB		7,7 (0-25)	7,92 (0-22)	5,6 (0-22)	8,0 (0-25)	5,7 (0-22)	6,9 (0-37)	5,4 (0-17)	5,2 (0-17)	**
[Anzahl]										
Dauer [sec]		252,3 (0-942)	207,7 (0-964)	193,5 (0-909)	254,1 (0-828)	160,0 (0-742)	219,1 (0-735)	232,9 (0-670)	239,3 (0-811)	*
Dauer je Anzahl [sec]		43,7 (0-942)	27,7 (0-203)	38,4 (0-388)	31,3 (0-425)	31,4 (0-548)	35,3 (0-212)	50,9 (0-441)	60,2 (0-488)	***

(¹Sig. = Signifikanz; n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = höchst signifikant ($p < 0,001$))

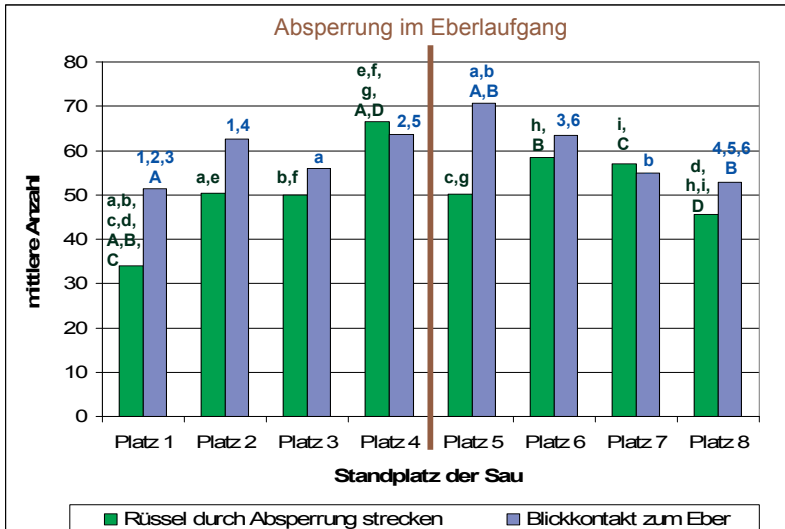


Abbildung 46: Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum (gleiche Zahlen stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0,05$); gleiche Kleinbuchstaben stehen für hoch signifikante Unterschiede ($p < 0,01$); gleiche Großbuchstaben stehen für höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$))

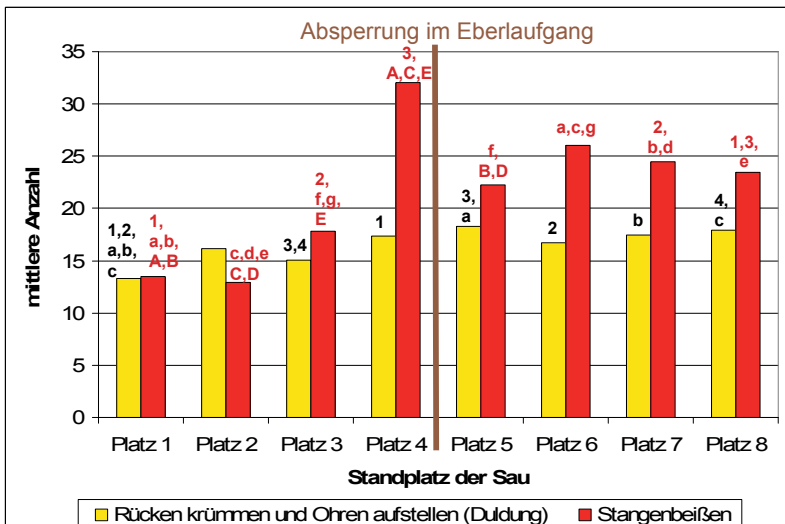


Abbildung 47: Mittlere Anzahl der Verhaltensparameter „Rücken krümmen und Ohren aufstellen“ bzw. „Stangenbeißen“ in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum (gleiche Zahlen stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0,05$); gleiche Kleinbuchstaben stehen für hoch signifikante Unterschiede ($p < 0,01$); gleiche Großbuchstaben stehen für höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$))

Aus Abbildung 48 geht hervor, dass durch den Einsatz eines zweiten Stimulierebers v. a. die Sauen auf den Standplätzen 4, 7 und 8 deutlich weniger Stangenbeißen zeigten als die Tiere, die nur durch einen Eber stimuliert wurden, während der Wert für die Sauen auf Platz 5 in der 2-Eber-Gruppe etwas höher liegt als in der 1-Eber-Gruppe. Statistisch lässt sich nur der Unterschied in der mittleren Anzahl an Stangenbeißen zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe für den Standplatz 7 sichern (35,2 vs. 12,6). Hierbei ist aber zu beachten, dass der Stichprobenumfang für die einzelnen Standplätze mit 80 bis 88 - jeweils aufgeteilt auf die beiden Untersuchungsgruppen - relativ gering ist.

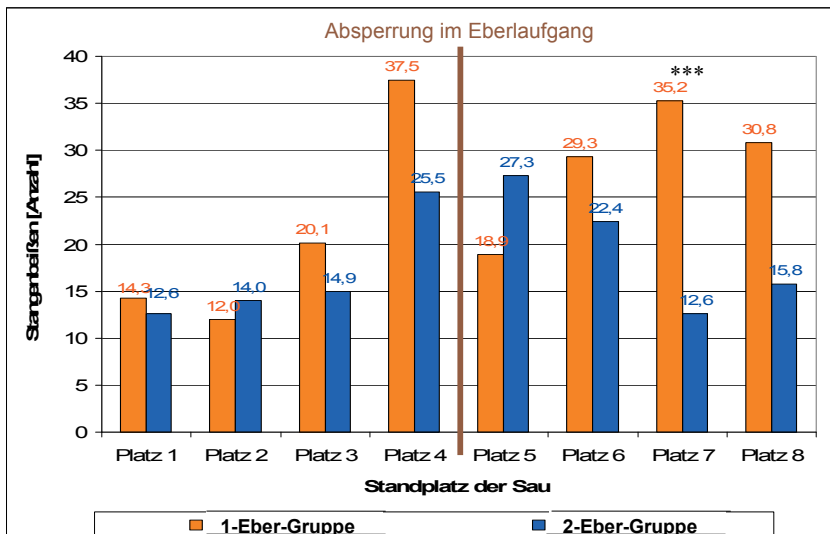


Abbildung 48: Mittlere Anzahl an Stangenbeißen in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe

(*** = der Unterschied zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

Abbildung 49 zeigt, dass in beiden Untergruppen die Sauen der jeweils letzten beiden Standplätze (3 und 4 sowie 7 und 8) deutlich häufiger Rüsselscheibenkontakt zum Eber hatten als die Tiere auf den Plätzen 1 und 2 bzw. 5 und 6. Hierbei spielt es keine Rolle, ob nur die Rüsselscheibenkontakte zum Eber 1 oder alle Rüsselkontakte zum Eber berücksichtigt werden. Der Vergleich im t-Test zwischen den kaudal (3, 4, 7 und 8) und den kranial zum Eber liegenden Plätzen ergibt höchst signifikant

($p < 0,001$) mehr Rüsselscheibenkontakte der Sauen auf den kranialen Plätzen sowohl nur zum Eber 1 als auch zu beiden Ebern während der gesamten BK-Dauer (11,6 vs. 20,9 bzw. 15 vs. 29). Aus Abbildung 50 geht hervor, dass der Einsatz eines 2. Stimulierebers lediglich eine Erhöhung der Anzahl an Rüsselscheibenkontakte zum Eber für die Sauen der jeweils letzten beiden Plätze bewirkt. Berücksichtigt man allerdings, wie in Abbildung 51 dargestellt, nur die Zeitphase „Eber 1 vor der Gruppe“, also den Zeitraum direkt vor und während der KB, so haben in der 2-Eber-Gruppe die Sauen auf den Plätzen 1 und 5 durch den zusätzlich möglichen Rüsselkontakt zum Eber 2 tendenziell mehr Rüsselscheibenkontakte zum Eber als in der 1-Eber-Gruppe. Dies geht aber deutlich zu Lasten der Sauen auf den Plätzen 2 und 6.

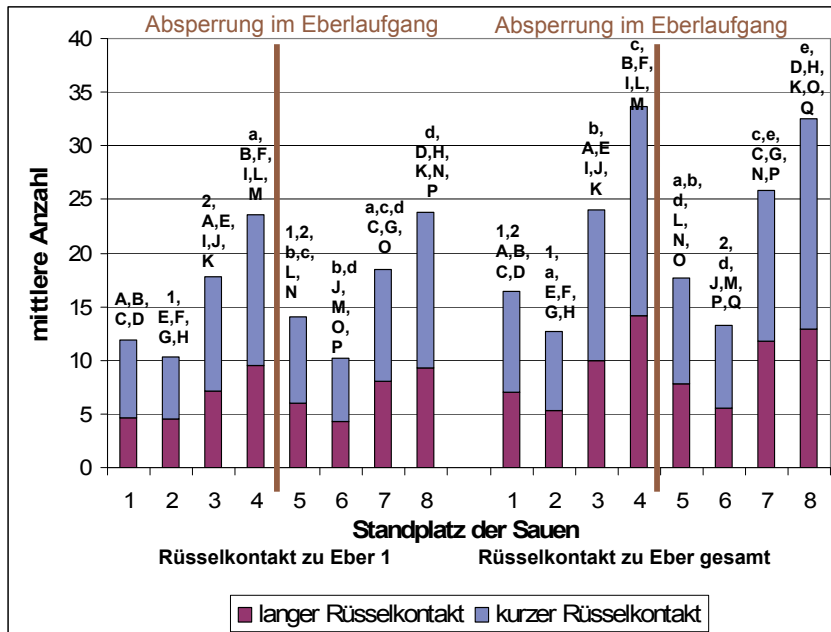


Abbildung 49: Mittlere Anzahl an Rüsselkontakten (zu Eber 1 und 2) zu den KB-Terminen während der Gesamtdauer der BK/KB in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen

(gleiche Zahlen stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0,05$);

gleiche Kleinbuchstaben stehen für hoch signifikante Unterschiede ($p < 0,01$);

gleiche Großbuchstaben stehen für höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$))

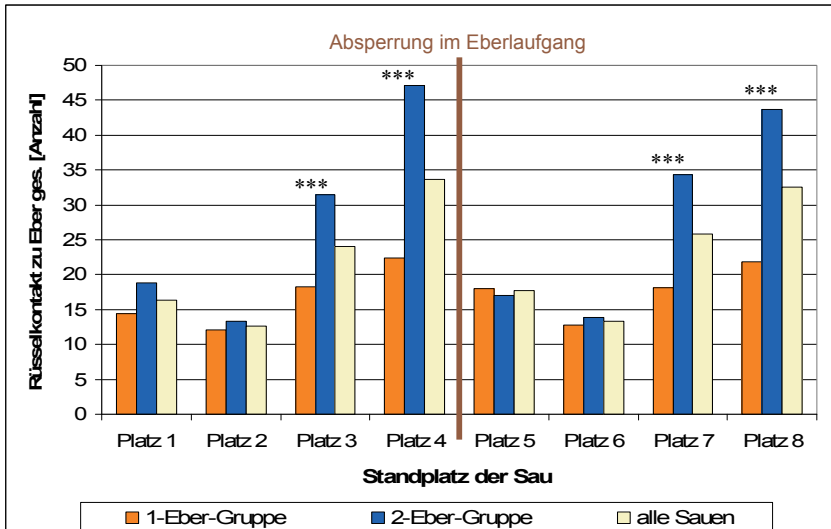


Abbildung 50: Mittlere Anzahl der gesamten Rüsselkontakte zum Eber zu den KB-Terminen während der Gesamtdauer der BK/KB in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen; unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe

(*** = der Unterschied zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

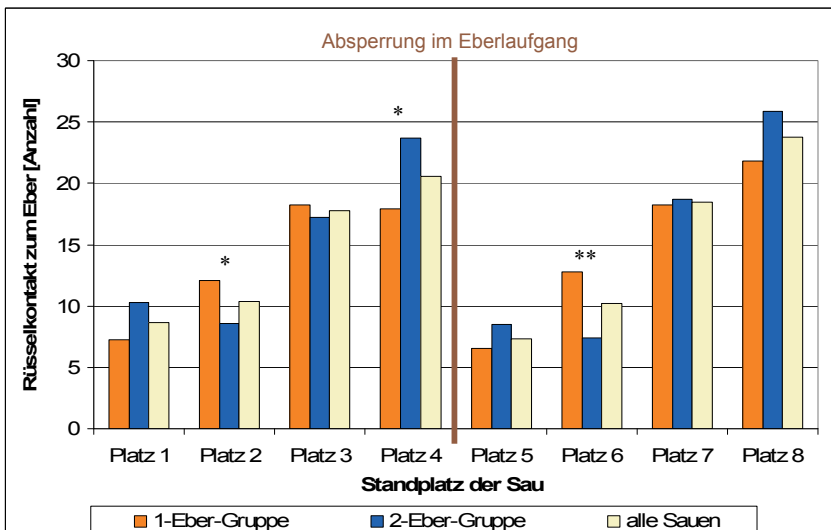


Abbildung 51: Mittlere Anzahl der gesamten Rüsselkontakte zum Eber zu den KB-Terminen, während der Eber 1 vor der Gruppe fixiert ist, in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen; unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe

(* = der Unterschied zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe ist signifikant ($p < 0,05$);

** = der Unterschied zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe ist hoch signifikant ($p < 0,01$))

Unruhe während der KB wurde am häufigsten bei den Sauen auf den ersten beiden Plätzen jeder Untergruppe beobachtet. Insbesondere die mittlere Anzahl des je Besamung beobachteten Verhaltensparameters „ggr. Unruhe“ ist für die Sauen auf den Plätzen 1 und 5 am größten und nimmt zu den Plätzen 4 bzw. 8 hin stetig ab (siehe Abbildung 52). Der t-Test ergibt für die Sauen auf den kranial zum Eber gelegenen Plätzen (3, 4, 5, 6) höchst signifikant ($p < 0,001$) weniger ggr. (2,03 vs. 3,15) und hoch signifikant ($p = 0,002$) weniger hgr. Unruhe während der KB (1,15 vs. 1,57) im Vergleich zu den Sauen auf den kaudal zum Eber liegenden Plätzen (1, 2, 5, 6). Hgr. Unruhe trat bei den Sauen auf dem Standplatz 1 mit durchschnittlich 2 Beobachtungen je KB etwa doppelt so oft auf als bei den Sauen auf den übrigen Standplätzen.

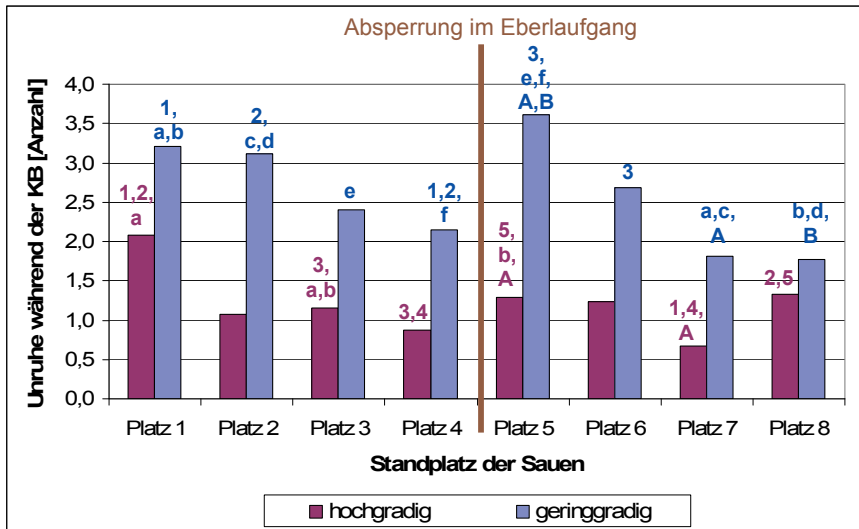


Abbildung 52: Mittlere Anzahl des Verhaltensparameters „Unruhe während der KB“ in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum

(gleiche Zahlen stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0,05$); gleiche Kleinbuchstaben stehen für hoch signifikante Unterschiede ($p < 0,01$); gleiche Großbuchstaben stehen für höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$))

Tabelle 35 gibt einen Überblick über den Anteil der Sauen, die während der KB gar keine Unruhe (also weder hgr. noch ggr.) bzw. keine hgr. Unruhe zeigen. Da die Gesamtzahl der auswertbaren Besamungen je Standplatz variiert ist in der Tabelle auch der Stichprobenumfang (n) aller ausgewerteten Besamungen je Standplatz angegeben. So konnten z. B. 85 Besamungen bei den Sauen auf Standplatz 1 ausgewertet werden, von denen 47 unter der Anwesenheit von einem und 38 unter der Anwesenheit von zwei Stimulierebern erfolgten. Bei 25 dieser Besamungen (11 aus der 1-Eber-Gruppe; 14 in der 2-Eber-Gruppe) wurde keine Unruhe der Sau während der KB beobachtet (also weder hgr. noch ggr.) und bei 50 (1-Eber-Gruppe: 22; 2-Eber-Gruppe: 28) der 85 ausgewerteten Besamungen auf Platz 1 wurde kein hgr. Unruhe während der KB beobachtet (die Sauen zeigten also lediglich ggr. oder gar keine Unruhe).

Tabelle 35: Anteil der Sauen auf den einzelnen Standplätzen, die während der KB keine Unruhe zeigen

Standplatz			Untergruppe 1				Untergruppe 2				Sig. ¹
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Sauen ohne Unruhe während der KB	alle	[Anzahl]	25	23	33	34	12	28	36	36	**
	Sauen	[%]	29,4	28,8	38,0	41,0	14,1	31,8	40,9	40,9	
	1-Eber-	[Anzahl]	11	11	21	18	2	15	15	19	***
	Gruppe	[%]	23,4	26,8	42,9	40,0	3,9	32,6	32,6	42,2	
	2-Eber-	[Anzahl]	14	12	12	16	10	13	21	17	n. s.
	Gruppe	[%]	36,8	30,8	31,6	42,1	29,4	31,0	50,0	39,5	
Sauen ohne hgr. Unruhe während der KB	alle	[Anzahl]	50	49	66	51	47	57	69	65	**
	Sauen	[%]	58,8	61,3	75,9	61,5	55,3	64,8	78,4	73,9	
	1-Eber-	[Anzahl]	22	23	39	25	25	28	34	36	**
	Gruppe	[%]	46,8	56,1	79,6	55,6	49,0	60,9	73,9	80,0	
	2-Eber-	[Anzahl]	28	26	27	26	22	29	35	29	n. s.
	Gruppe	[%]	73,7	66,7	71,1	68,4	64,7	69,1	83,3	67,4	
n	alle Sauen		85	80	87	83	85	88	88	88	
	1-Eber-Gruppe		47	41	49	45	51	46	46	45	
	2-Eber-Gruppe		38	39	38	38	34	42	42	43	

¹ Sig. = Signifikanz; n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = höchst signifikant ($p < 0,001$)

Aus Tabelle 35 geht hervor, dass während nur knapp ein Drittel der Sauen auf den Plätzen 1, 2 und 6 sowie nur 14 % der Tiere auf Platz 5 gar keine Unruhe während der KB zeigten, dieser Anteil für die beiden hinteren Plätze jeder Untergruppe bei etwa 40 % liegt. Für Platz 5 lässt sich der geringe Anteil an Sauen ohne Unruhe während der KB gegenüber jedem anderen Standplatz statistisch sichern (siehe Abbildung 53). Hgr. Unruhe während der KB wurde bei knapp der Hälfte der Sauen auf den Plätzen 1 und 5 beobachtet. Für die Plätze 3, 7 und 8 war dies nur bei etwa 20 % der Tiere der Fall. Der Unterschied im Anteil an Sauen mit hgr. Unruhe während der KB lässt sich zwischen Platz 1 und den Plätzen 3, 7 und 8 sowie zwischen Platz 5 und den Plätzen 3 und 8 statistisch sichern (Abbildung 53). Aus den Abbildungen 54 und 55 ist ersichtlich, dass insbesondere für die Standplätze 1 und 5 durch die Stimulation mit 2 Ebern im Vergleich zur 1-Eber-Gruppe sowohl die durchschnittliche Anzahl an Unruhe während der KB als auch der Anteil an Sauen, die Unruhe während der KB zeigen reduziert wird. Dies bewirkt, dass der statistisch nachweisbare Einfluss des Standplatzes der Sauen auf den Verhaltensparameter „Unruhe während der KB“ durch den Einsatz eines zweiten Stimulierebers aufgehoben wird (Tabelle 35).

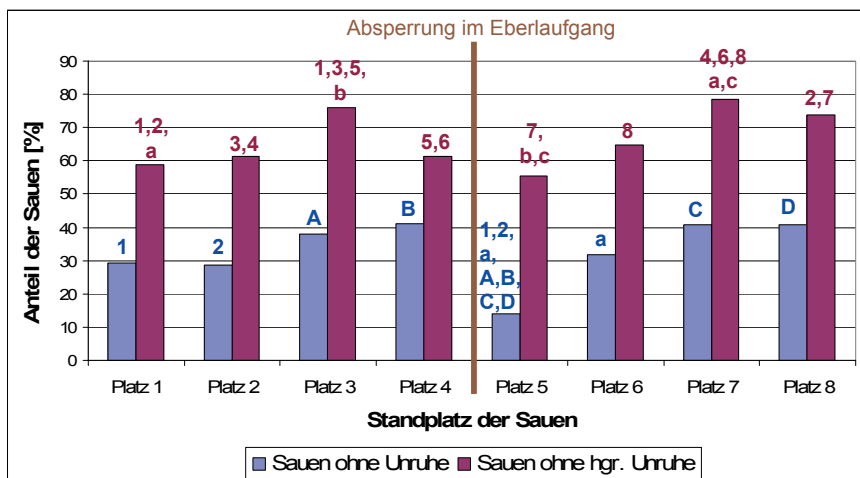


Abbildung 53: Prozentualer Anteil der Sauen auf den jeweiligen Standplätzen, die während der KB keine Unruhe zeigen (gleiche Zahlen stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0,05$); gleiche Kleinbuchstaben stehen für hoch signifikante Unterschiede ($p < 0,01$); gleiche Großbuchstaben stehen für höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$))

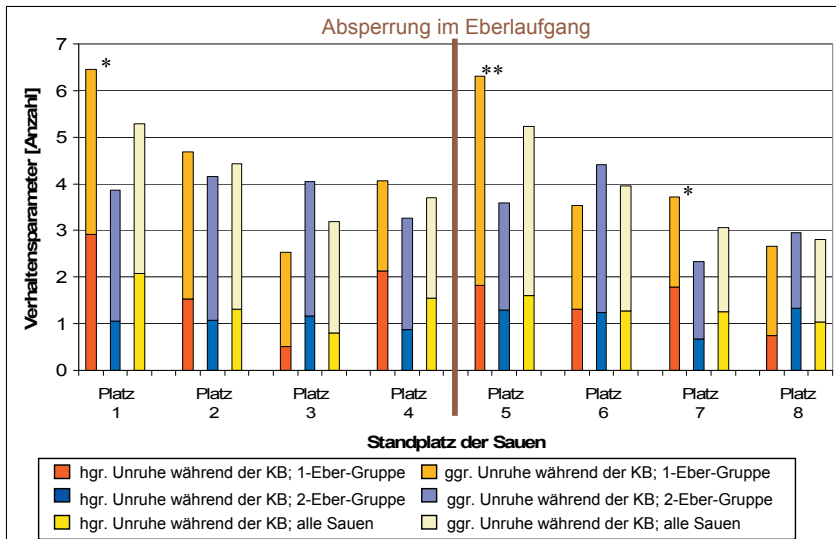


Abbildung 54: Mittlere Anzahl der von den Sauen gezeigten Unruhe während der KB in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen im Besamungszentrum unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe

(* = der Unterschied zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe ist signifikant ($p < 0,05$);

** = der Unterschied zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe ist hoch signifikant ($p < 0,01$))

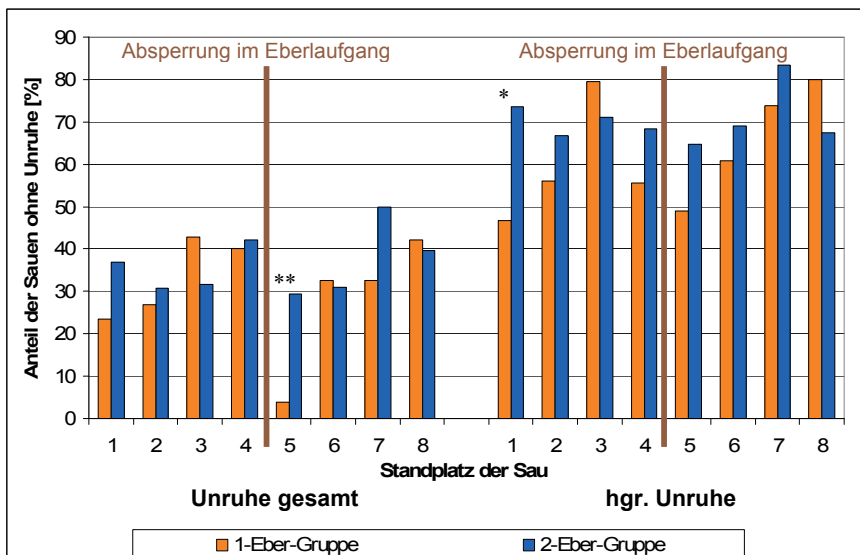


Abbildung 55: Prozentualer Anteil der Sauen auf den jeweiligen Standplätzen, die während der KB keine Unruhe zeigen; unterteilt nach 1- und 2-Eber-Gruppe

(* = der Unterschied zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe ist signifikant ($p < 0,05$);

** = der Unterschied zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe ist hoch signifikant ($p < 0,01$))

4.3.1.5. Einfluss des Besamungszeitpunktes

Die vollständigen Duldungsdaten lagen für die Sauen von 639 auswertbaren Video-Aufzeichnungen der Besamungen und 633 Aufzeichnungen zur Erfassung der „Immobilisation p. KB“ vor, so dass die während dieser Besamungen beobachteten Verhaltensparameter in Beziehung zum rechnerisch optimalen Besamungszeitpunkt nach ENGELS (2001) gebracht werden konnten. Tabelle 36 zeigt die Anzahl der beobachteten Verhaltensparameter über die Gesamtdauer der KB/BK zu den KB-Terminen der Sauen in Abhängigkeit vom jeweiligen Besamungszeitpunkt relativ zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt der Sauen. Hierfür wurden alle Besamungen, die mehr als 16 h vor der errechneten Ovulation erfolgten (100 Besamungen; 82 KB₁, 15 KB₂, 3 KB₃) als zu früh und alle die mehr als 4 h danach erfolgten (138 Besamungen; 1 KB₁, 31 KB₂, 106 KB₃) als zu spät gewertet. 401 Besamungen (147 KB₁, 177 KB₂, 77 KB₃) erfolgten während des - von ENGELS (2001) als optimal bezeichneten - dazwischen liegenden Zeitraumes.

Sowohl für die Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme mit dem Eber als auch die Unruhe während und die Duldungsdauer nach der KB konnten mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests höchst signifikante und für den Parameter „Stangenbeißen“ hoch signifikante Unterschiede zwischen den zu früh, den zu spät und den zum optimalen Zeitpunkt erfolgten Besamungen ermittelt werden. Die Unterschiede bleiben auch bestehen, wenn anstatt der absoluten Anzahl die relative Anzahl je Minute BK-Dauer zugrunde gelegt wird (siehe Tabelle 37). Die Parameter „Rüssel durch Absperrung strecken“ und „Blickkontakt zum Eber“ wurden bei den zu früh besamten Sauen deutlich häufiger beobachtet als bei den zum optimalen Zeitpunkt oder zu spät besamten Tieren. Zu früh besamte Sauen zeigten mit durchschnittlich 32-mal doppelt so häufig Stangenbeißen als Sauen, die zu spät besamt wurden. Für die zum optimalen Zeitpunkt besamten Sauen entspricht die mittlere Anzahl an Stangenbeißen mit etwa 21 dem Mittelwert über alle Besamungen. Auch für den Anteil an Sauen, die während der gesamten BK/KB-Dauer gar kein Stangenbeißen zeigten, konnten im Chi-Quadrat-Test signifikante Unterschiede ermittelt werden. Nur 5 % der zu früh besamten Sauen (5 Tiere) zeigten während der gesamten BK/KB-Dauer gar kein Stangenbeißen, während dieser Anteil für die zum optimalen Zeitpunkt besamten Sauen bei 13 % (52 Tiere) und für die zu spät besamten Tiere bei 12 % (17 Sauen) liegt.

Tabelle 36: Mittlere Anzahl und Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt relativ zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt (in Klammern ist jeweils die Spannweite angegeben)

Parameter		Besamungszeitpunkt			Sig. ¹
		zu früh (n = 100)	optimal (n = 401)	zu spät (n = 138)	
Rüssel durch Absperrung		71,0 (5-182)	51,0 (0-189)	47,5 (4-167)	***
Blickkontakt zu Eber	Eber 1	63,3 (7-127)	49,2 (2-159)	50,0 (6-117)	***
	gesamt	75,7 (7-157)	58,2 (2-180)	58,6 (8-149)	***
Rücken krümmen und Ohren aufstellen		17,6 (2-54)	17,0 (1-55)	16,6 (2-52)	n. s.
Rüssel- kontakt zu Eber 1	kurz	10,0 (1-41)	9,9 (0-41)	9,1 (0-32)	n. s.
	lang	7,5 (0-25)	6,7 (0-33)	6,7 (0-30)	n. s.
	gesamt	17,4 (0-62)	16,68 (0-60)	15,7 (0-51)	n. s.
Rüssel- kontakt zu Eber gesamt	kurz	13,3 (0-53)	13,4 (0-42)	12,0 (0-42)	n. s.
	lang	10,1 (0-40)	9,7 (0-45)	9,1 (0-31)	n. s.
	gesamt	23,4 (0-93)	23,1 (0-87)	21,1 (0-73)	n. s.
Stangenbeißen		31,7 (0-193)	21,3 (0-213)	16,4 (0-109)	**
Hinlegen der Sau		0,2 (0-2)	0,2 (0-3)	0,2 (0-4)	n. s.
Unruhe während der KB	ggr.	3,7 (0-19)	2,2 (0-16)	2,7 (0-12)	***
	hgr.	2,8 (0-16)	0,8 (0-14)	1,9 (0-13)	***
Immobili- sation p. KB	Anzahl	6,3 (0-37)	6,9 (0-25)	6,1 (0-22)	n. s.
	Gesamtdauer [sec]	140,3 (0-736)	249,3 (0-942)	203,8 (0-863)	***
	Dauer je Anzahl [sec]	23,7 (1-126)	52,3 (2-942)	49,3 (1-488)	***

¹Sig. = Signifikanz;

n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$);

*** = höchst signifikant ($p < 0,001$)

Tabelle 37: Mittlere Anzahl einzelner Verhaltensparameter je Minute BK-Dauer zu den KB-Terminen in Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt relativ zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt

Parameter		Besamungszeitpunkt			Sig. ¹
		zu früh (n = 100)	optimal (n = 401)	zu spät (n = 138)	
Rüssel durch Absperrung		2,43	1,92	1,76	***
Blickkontakt zu Eber	Eber 1	2,25	1,81	1,89	***
	gesamt	2,48	2,14	2,21	***
Rücken krümmen und Ohren aufstellen		0,63	0,63	0,63	n. s.
Stangenbeißen		1,03	0,78	0,67	**
Hinlegen der Sau		0,01	0,01	0,01	n. s.

(¹Sig. = Signifikanz; n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = höchst signifikant ($p < 0,001$))

Die durchschnittliche Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber zeigt keinen signifikanten Unterschied bezüglich des Besamungszeitpunktes. Tendenziell hatten aber die zu früh besamten Sauen die meisten und die zu spät besamten Sauen die wenigsten Rüsselscheibenkontakte zum Eber (siehe Tabelle 36).

Von den Sauen, die zum optimalen Zeitpunkt besamt wurden, zeigten 40 % gar keine Unruhe während der KB. Für die zu früh bzw. zu spät besamten Sauen betrug der Anteil ohne Unruhe hingegen nur 15 bzw. 29 %. Bei einem Viertel der zum optimalen Zeitpunkt erfolgten Besamungen und etwa der Hälfte der Besamungen, die zu früh oder zu spät erfolgten wurde hgr. Unruhe während der KB beobachtet (siehe Abbildung 56). Im Mittel zeigten die Sauen während der zu früh erfolgten Besamungen dreimal und während zu später Inseminationen doppelt so oft den als „hgr. Unruhe“ definierten Verhaltensparameter im Vergleich zu Tieren, die im optimalen Zeitraum besamt wurden (Tabelle 36). Sowohl die Gesamtdauer der Immobilisation *p.* KB als auch die durchschnittliche Dauer der einzelnen Immobilisations-Phasen sind mit gut 4 Minuten bzw. 52½ Sekunden bei den Besamungen, die während des optimalen Zeitraumes erfolgten, etwa doppelt so lang

als bei den zu früh erfolgten Besamungen. Auch die mittlere Anzahl der gezeigten Immobilisationen p . KB ist tendenziell am größten nach Besamungen während des optimalen Zeitraumes und am niedrigsten nach zu früh erfolgten Besamungen. Diese Unterschiede ließen sich aber nicht statistisch absichern.

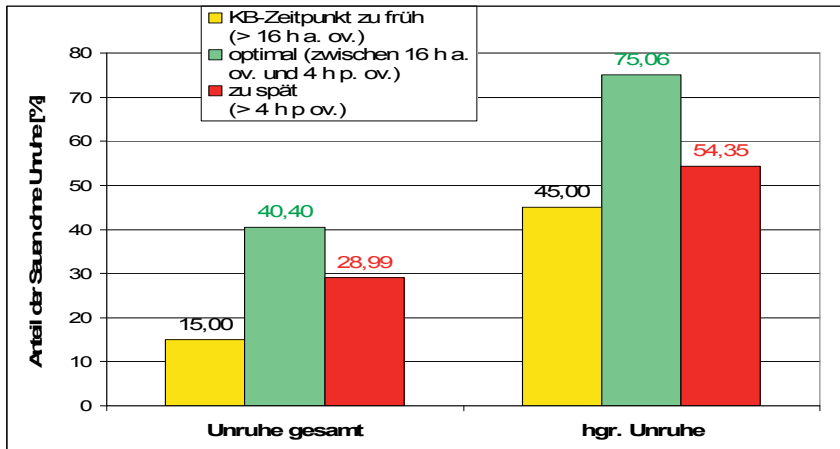


Abbildung 56: Prozentuale Anteile der zu früh, zu spät und zum optimalen Zeitpunkt besamten Sauen, die während der KB keine Unruhe zeigen

Für 136 Besamungen mit auswertbarer Video-Aufzeichnung (44 KB₁, 58 KB₂, 34 KB₃) lag der Ovardiagnostik-Befund der Sauen vor. Von diesen Besamungen erfolgten 29 unter Anwesenheit von einem und 107 von zwei Stimulierebern. Anhand der Ovardiagnostik (OD) wurden 6 Besamungen (4,41 %) als zu früh und 69 (50,74 %) als zu spät beurteilt. Für die restlichen 61 Besamungen (44,85 %) lässt der OD-Befund darauf schließen, dass die KB zum richtigen Zeitpunkt erfolgte. In Tabelle 38 sind die Anzahl der verschiedenen Verhaltensparameter der Sauen zu den KB-Terminen für die Besamungen dargestellt, deren Zeitpunkt anhand des OD-Befundes bewertet wurde. Sowohl der Kruskal-Wallis-Test als auch der Vergleich der Mittelwerte zwischen zum optimalen Zeitpunkt erfolgten und nicht zum optimalen Zeitpunkt erfolgten (zu frühe und zu späte) Besamungen im t-Test ergaben einen signifikanten Unterschied in der mittleren Anzahl des als „hgr. Unruhe der Sauen während der KB“ definierten Verhaltensparameters. Für alle anderen Verhaltensparameter konnten statistisch keine Unterschiede im Mittelwertvergleich nachgewiesen werden.

Tabelle 38: Mittlere Anzahl bzw. Dauer der beobachteten Verhaltensparameter zu den KB-Terminen in Abhängigkeit vom Besamungszeitpunkt in Bezug zum Ergebnis der Ovardiagnostik (in Klammern ist jeweils die Spannweite angegeben)

Parameter		Besamungszeitpunkt			Sig. ¹
		zu früh (n = 6)	optimal (n = 61)	zu spät (n = 69)	
Rüssel durch Absperrung		44,5 (14-99)	54,6 (3-168)	60,8 (8-142)	n. s.
Blickkontakt zu Eber	Eber 1	35,3 (14-57)	50,2 (8-157)	57,4 (4-125)	n. s.
	gesamt	52,5 (24-79)	63,8 (8-167)	73,4 (13-150)	n. s.
Rücken krümmen und Ohren aufstellen		16,8 (3-28)	18,5 (1-42)	20,4 (2-52)	n. s.
Rüssel- kontakt zu Eber 1	kurz	8,2 (0-23)	10,7 (0-33)	8,6 (0-26)	n. s.
	lang	4,7 (0-20)	5,9 (0-18)	6,6 (0-30)	n. s.
	gesamt	12,8 (0-31)	16,6 (0-47)	15,2 (0-51)	n. s.
Rüssel- kontakt zu Eber gesamt	kurz	11,5 (1-29)	16,9 (0-41)	14,3 (1-42)	n. s.
	lang	7,3 (0-20)	10,2 (0-31)	11,1 (0-33)	n. s.
	gesamt	18,8 (4-42)	27,2 (0-68)	25,4 (1-73)	n. s.
Stangenbeißen		11,3 (1-27)	21,2 (0-154)	17,8 (0-106)	n. s.
Hinlegen der Sau		0,2 (0-1)	0,2 (0-2)	0,2 (0-2)	n. s.
Unruhe während der KB	ggr.	0,8 (0-5)	1,9 (0-10)	2,4 (0-13)	n. s.
	hgr.	0,0	1,0 (0-10)	1,2 (0-13)	*
Immobili- sation p. KB	Anzahl	8,7 (2-17)	8,1 (0-25)	7,4 (0-23)	n. s.
	Gesamtdauer [sec]	332,8 (61-618)	274,9 (0-909)	262,1 (0-727)	n. s.
	Dauer je Anzahl [sec]	72,6 (15-303)	50,3 (8-393)	55,4 (7-488)	n. s.

¹Sig. = Signifikanz;

n. s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$); * = signifikant ($p < 0,05$); ** = hoch signifikant ($p < 0,01$);

*** = höchst signifikant ($p < 0,001$)

Die Werte der mittels OD als zu früh besamt charakterisierten Sauen sind nicht aussagekräftig, da in diese Kategorie nur 6 Tiere fielen. Berücksichtigt man nur die Kategorien der zum optimalen Zeitpunkt und der zu spät besamten Sauen, so entspricht die mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber weitgehend den Werten bei der Beurteilung des Besamungszeitpunktes anhand des rechnerischen Ovulationszeitpunktes. Tendenziell trifft dies auch für die Unruhe während sowie die Immobilisation *p.* KB zu.

4.3.2. Aktivitätsverhalten während der Stallruhezeiten

Es konnten insgesamt 1.481 Beobachtungstage mit einer Mindestbeobachtungszeit während der Stallruhephasen von 16 h für die einzelnen Sauen ausgewertet werden. Die Dauer der Stallruhezeiten und somit die Beobachtungszeit für das Aktivitätsverhalten der Sauen je Beobachtungstag (24 h) variiert zwischen 970 und 1.439 Minuten (16 h 10 min und 23 h 55 min) und beträgt im Durchschnitt 1.286 Minuten (21 h 26 min). Davon verbrachten die Tiere im Mittel 90,4 % (37-100 %) liegend. Die durchschnittlichen Liege- und Stehphasen der Sauen sowie die Häufigkeit des Hinlegens bzw. Aufstehens während der einzelnen Beobachtungstage sind in Tabelle 39 dargestellt. Da die einzelnen Beobachtungszeiten unterschiedlich lang sind, wird in dieser Tabelle für die Steh- und Liededauer jeweils auch der prozentuale Anteil an der Gesamtbeobachtungsdauer des jeweiligen Beobachtungstages angegeben.

Die Abbildungen 57 bis 60 stellen die durchschnittlichen Anteile der Stehphasen an der Gesamtbeobachtungszeit sowie die Häufigkeit des Hinlegens und Aufstehens während der Beobachtungstage in Relation zum Duldungsbeginn bzw. Duldungsende der Sauen dar. Ab zwei Tagen vor Duldungsbeginn kommt es zu einer signifikanten Zunahme des durchschnittlichen Anteils der Stehphasen an der Gesamtbeobachtungszeit während der Stallruhezeiten von 3,6-4,5 % auf 5,6-8,1 % und ab einem Tag vor Duldungsbeginn zu einem höchst signifikanten Anstieg auf 12,4-15,6 % (Abbildung 57). Bereits einen Tag vor Duldungsende lässt sich wieder ein höchst signifikanter Abfall des mittleren Anteils der Stehzeit an der Stallruhezeit auf 9,3 % nachweisen (Abbildung 58). In gleicher Weise wurde eine höchst signifikante Zunahme des Aufstehens und Hinlegens der Sauen sowohl zwei Tage als auch einen Tag vor Duldungsbeginn sowie eine höchst signifikante Abnahme der mittleren Anzahl dieser Aktivitätsindikatoren bereits einen Tag vor Duldungsende

verbunden mit einem nochmaligen hoch signifikanten Rückgang am Tag der letzten Duldung festgestellt (Abbildungen 59 und 60).

Tabelle 39: Aktivitätsverhalten der Sauen zu den Stallruhezeiten während der einzelnen Beobachtungstage
(in Klammern ist jeweils die Spannweite angegeben)

Beobachtungs- tag	Liegen		Stehen		Hin- legen	Auf- stehen	Beobach- tungszeit	n
	[min]	[%]	[min]	[%]	[Anzahl]	[Anzahl]	[min]	
2. d n. A.	1.141 (452- 1.333)	95,7 (37,1- 100)	53 (0- 768)	4,26 (0- 62,95)	6,94 (1-33)	6,81 (0-33)	1.194 (1.000- 1.410)	191
3. d n. A.	1.106 (744- 1.351)	90,23 (53,14- 99,48)	125 (6- 656)	9,77 (0,52- 46,86)	10,99 (2-35)	11,08 (1-36)	1.231 (990- 1.400)	143
4. d n. A.	1.139 (635- 1.367)	85,07 (47,39- 99,42)	200 (8- 705)	14,93 (0,58- 52,61)	15,23 (2-47)	16,01 (3-48)	1.340 (1.235- 1.375)	243
5. d n. A.	1.150 (756- 1.320)	89,84 (60,19- 99,23)	134 (10- 829)	10,39 (0,77- 64,51)	12,92 (3-49)	13,18 (1-47)	1.281 (984- 1.345)	246
6. d n. A.	1.182 (884- 1.306)	91,53 (67,58- 99,84)	113 (2- 830)	8,72 (0,16- 65,51)	9,96 (2-41)	10,22 (1-40)	1.292 (1.167- 1.350)	245
7. d n. A.	1.218 (885- 1.361)	91,39 (64,75- 99,85)	116 (2- 497)	8,61 (0,15- 35,25)	8,72 (2-26)	9,09 (1-26)	1.334 (970- 1.420)	223
8. d n. A.	1.178 (546- 1.386)	90,72 (44,94- 99,64)	109 (5- 633)	8,22 (0,36- 46,89)	7,43 (2-23)	7,44 (2-24)	1.300 (1.091- 1.439)	167
9. d n. A.	1.082 (958- 1.178)	85,33 (75,14- 94,24)	186 (72- 317)	14,67 (5,76- 24,86)	7,43 (2-14)	7,35 (2-14)	1.268 (1.250- 1.280)	23

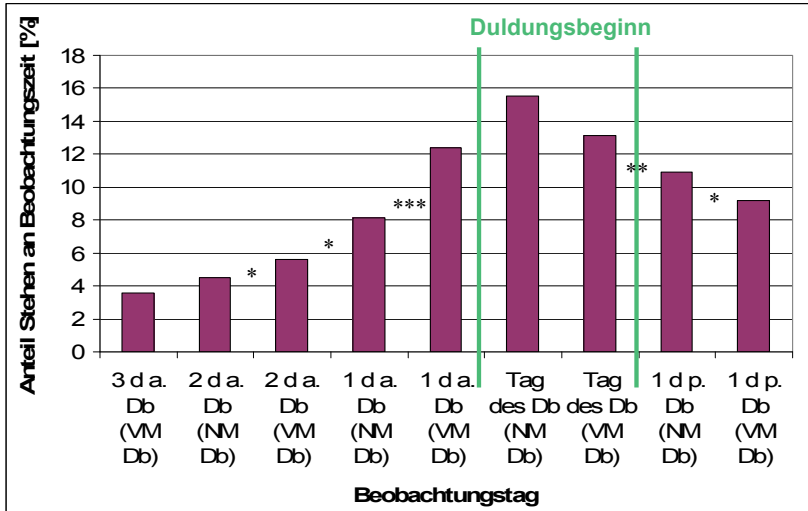


Abbildung 57: Prozentualer Anteil der mittleren Stehzeit der Sauen an der Gesamtbeobachtungszeit zu den einzelnen Tagen in Relation zum Duldungsbeginn (Db) der Sauen (* = der Unterschied ist signifikant ($p < 0,05$); ** = der Unterschied ist hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = der Unterschied ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

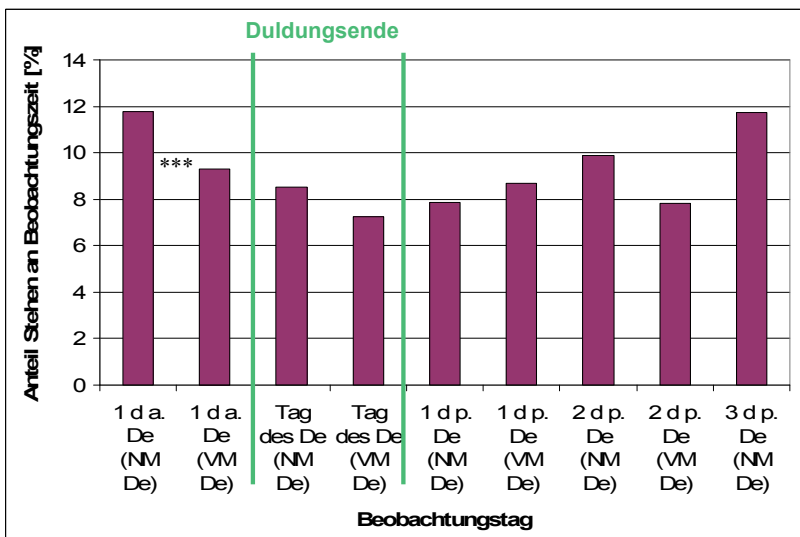


Abbildung 58: Prozentualer Anteil der mittleren Stehzeit der Sauen an der Gesamtbeobachtungszeit zu den einzelnen Tagen in Relation zum Duldungsende (De) der Sauen (*** = der Unterschied ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

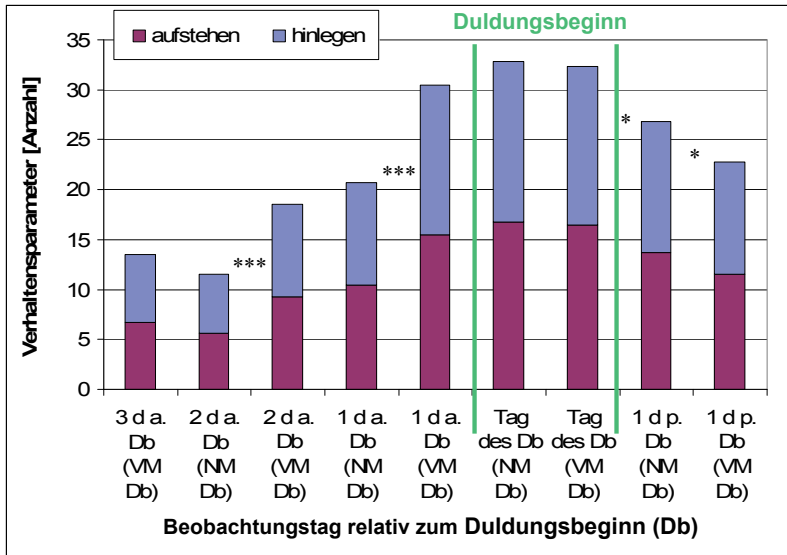


Abbildung 59: Durchschnittliche Häufigkeit des Aufstehens und Hinlegens der Sauen während der einzelnen Beobachtungstage in Relation zum Duldungsbeginn (Db) der Sauen (* = der Unterschied ist signifikant ($p < 0,05$); *** = der Unterschied ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

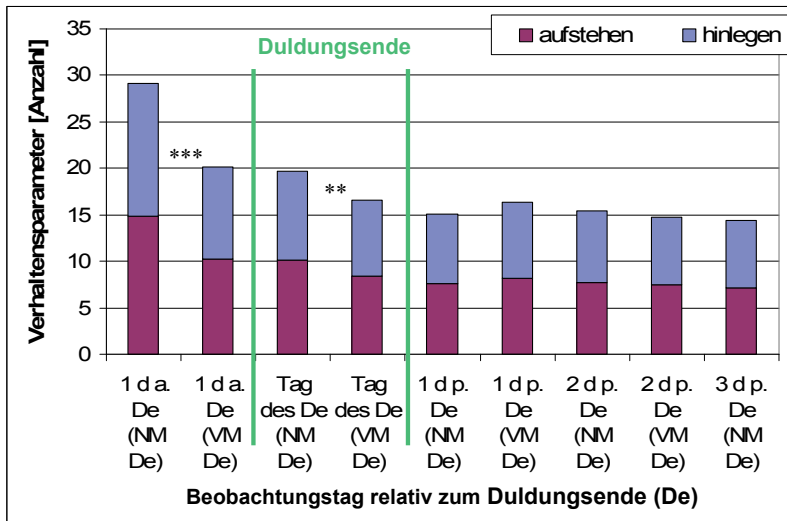


Abbildung 60: Durchschnittliche Häufigkeit des Aufstehens und Hinlegens der Sauen während der einzelnen Beobachtungstage in Relation zum Duldungsende (De) der Sauen (** = der Unterschied ist hoch signifikant ($p < 0,01$); *** = der Unterschied ist höchst signifikant ($p < 0,001$))

4.4. Reproduktionsergebnisse

Von den 373 auswertbaren belegten Sauen zeigten 19 Tiere bei der Umrauschkontrolle 3 Wochen nach der Belegung erneut Brunstsymptome. Bei vier weiteren Sauen wurde ein azyklisches Umrauschen zu einem späteren Zeitpunkt beobachtet. Zwei dieser Sauen rauschten noch vor der TU um, eine hatte einen fraglichen Graviditätsbefund und eine wurde als nicht tragend bereits vor dem Auftreten der erneuten Brunstsymptome erkannt. Zwei Sauen, die bei der Umrauschkontrolle keine Brunstsymptome zeigten, wurden bei der TU als nicht tragend erkannt. Von den 348 tragenden Sauen abortierten zwei und fünf verendeten während der Gravidität oder mussten krankheitsbedingt euthanasiert werden. Die übrigen 341 Sauen kamen zur Abferkelung. Die einzelnen Leistungsparameter der Untersuchungsgruppen sind aus den Tabellen 40 und 41 ersichtlich. Die Sauen in der Untersuchungsgruppe, die durch die Anwesenheit von zwei Ebern stimuliert wurde, erzielten sowohl eine bessere Umrausch- bzw. Non-return-Rate, als auch eine besser TR und AFR. Die Unterschiede der einzelnen Leistungsparameter zwischen allen Sauen der 1- und 2-Eber-Gruppe lassen sich allerdings statistisch nicht sichern. Werden hingegen nur die videoüberwachten Sauen - also nur Altsauen im ersten Zyklus nach dem Absetzen; ohne Jungsauen oder Problemsauen aus vorherigen Besamungsgruppen - berücksichtigt, so kann mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests eine signifikant niedrigere UR (7,41 vs. 1,71) bzw. höhere Non-return-Rate (98,29 vs. 92,59) sowie eine signifikant höhere TR (98,29 vs. 92,59) für die Sauen der 2-Eber-Gruppe im Vergleich zur 1-Eber-Gruppe nachgewiesen werden. Der Unterschied in der AFR (97,41 vs. 92,37) lässt sich auch für die Gruppe der videoüberwachten Sauen nicht statistisch sichern ($p = 0,076$), was vermutlich auf den geringeren Stichprobenumfang (4 gravide Sauen aus der 1-Eber-Gruppe und eine aus der 2-Eber-Gruppe verendeten oder wurden euthanasiert) in Verbindung mit einem Abort in der 2-Eber-Gruppe zurückzuführen ist.

In der Tabelle 42 sind die Leistungsdaten nur für die an der Untersuchung beteiligten Jungsauen und primipare Sauen aufgeführt. Diese sind erwartungsgemäß schlechter als der Durchschnitt über alle in die Untersuchung eingegangenen Sauen. Zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe lassen sich keine signifikanten Unterschiede ermitteln.

Tabelle 40: Graviditätsdaten

Leistungsdaten	alle Sauen			Videosauen		
	gesamt	1-Eber-Gruppe	2-Eber-Gruppe	gesamt	1-Eber-Gruppe	2-Eber-Gruppe
Östrusrate₈ # [%]	98,36	97,95	98,82	98,10	97,22	99,17
n (ÖR₈)	365	195	170	269	143	120
zyklische Ur. [Anzahl]	19	10	9	9	7	2
azyklische Ur. [Anzahl]	4	4	0	3	3	0
UR [%]	6,17	7,49	4,84	4,76	7,41 ^{*a}	1,71 ^{*a}
Non-return-Rate [%]	93,83	92,51	95,16	95,24	92,59 ^{*b}	98,29 ^{*b}
tragend [Anzahl]	348	172	176	240	125	115
TR [%]	93,30	91,98	94,62	95,24	92,59 ^{*c}	98,29 ^{*c}
n	373	187	186	252	135	117

#: Unterschiede zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe sind statistisch nicht signifikant

*: gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen der 1- und der 2-Eber-Gruppe ($p < 0,05$)

Tabelle 41: Abferkelergebnisse und Ferkelindex

Leistungsdaten	alle Sauen			Videosauen		
	gesamt	1-Eber-Gruppe	2-Eber-Gruppe	gesamt	1-Eber-Gruppe	2-Eber-Gruppe
abgeferkelt [Anzahl]	341	168	173	234	121	113
AFR # [%]	92,66	91,80	93,51	94,74	92,37	97,41
n (AFR)	368	183	185	247	131	116
Wurfgröße, GGF Mittelwert #	12,38	12,49	12,27	12,57	12,73	12,41
Standardabweichung	± 2,73	± 2,79	± 2,68	± 2,78	± 2,81	± 2,75
(Bereich)	(3-21)	(3-21)	(3-18)	(3-21)	(3-21)	(3-18)
Ferkelindex I	1147	1146	1147	1191	1176	1209
n (belegte Sauen)	368	183	185	247	131	116
Ferkelindex II	1074	1076	1072	1163	1132	1198
n (zur Belegung aufgestellte Sauen)	393	195	198	253	136	117

#: Unterschiede zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe sind statistisch nicht signifikant

Tabelle 42: Leistungsdaten der Jungsauen und primiparen Sauen.

Leistungsdaten	JS und primipare Sauen		
	gesamt	1-Eber-Gruppe	2-Eber-Gruppe
Östrusrate₈ [%] #	96,88	96,77	97,0
n (nur primipare Sauen)	64	31	33
zyklische Ur. [Anzahl]	7	2	5
azyklische Ur. [Anzahl]	1	1	0
UR [%] #	9,41	9,68	9,26
Non-return-Rate [%] #	90,59	90,32	90,74
tragend [Anzahl]	77	28	49
TR [%] #	90,59	90,32	90,74
n	85	31	54
abgeferkelt [Anzahl]	75	28	47
AFR [%] #	89,29	90,32	88,68
n	84	31	53
Wurfgröße,GGF			
Mittelwert #	11,60	11,96	11,38
Standardabweichung	± 2,84	± 3,18	± 2,63
(Bereich)	(4-19)	(4-19)	(4-17)
Ferkelindex I	1036	1080	1009
n (belegte Sauen)	84	31	53
Ferkelindex II	870	930	836
n (zur Belegung aufgestellte Sauen)	100	36	64

#: Unterschiede zwischen 1- und 2-Eber-Gruppe sind statistisch nicht signifikant

5. Diskussion

Brunstverhalten

Die ermittelten Werte für die Östrusdauer im Bereich von 12 bis 132 Stunden mit einem durchschnittlichen Wert von etwa 2½ Tagen stimmen mit den in der Literatur gefundenen Angaben überein (siehe Kapitel 2.1.2.2.). Bei der Untersuchung von WEITZE et al. (1994) mit der gleichen Definition von Östrusbeginn und -ende wie in der vorliegenden Arbeit zeigten von 483 Sauen 481 eine Östrusdauer von 32 bis 96 h; lediglich zwei Tiere (0,4 %) hatten mit 120 und 152,5 h eine Östrusdauer von mehr als 96 h. In der vorliegenden Untersuchung hatten 4 von 382 Sauen (1,05 %) eine Östrusdauer von über 96 h.

Auch die ermittelten Absetz-Östrus-Intervalle im Bereich von etwa 3 bis 7 Tagen entsprechen den Literaturangaben, wobei allerdings extrem lange A-Ö-I von bis zu 15 Tagen, die laut Literaturangaben gelegentlich vorkommen, in der vorliegenden Arbeit nicht erfasst werden konnten, da die Beobachtungszeit nur 8 Tage nach dem Absetzen betrug. Der ermittelte Unterschied im durchschnittlichen A-Ö-I zwischen den beiden Untersuchungsgruppen, der auf einen größeren Anteil an Sauen mit Duldungsbeginn am Nachmittag des dritten Tages nach dem Absetzen bei der 1-Eber-Gruppe zurückgeht, kann nicht durch den Unterschied der Anzahl an Stimulierebern erklärt werden, da der zusätzliche Stimuliereber in der 2-Eber-Gruppe erst mit Beginn der Besamungen, also frühestens ab dem Nachmittag des 4. Tages nach dem Absetzen, zum Einsatz kam. Aus der Literatur geht hervor, dass bei stark abgeseugten oder primiparen Sauen mit einem längeren A-Ö-I und nach längerer Säugetzeit mit einem kürzeren A-Ö-I zu rechnen ist, auch wenn einzelne Autoren keinen Einfluss dieser Parameter auf das A-Ö-I feststellen konnten (siehe Kapitel 2.1.1.). Der Anteil primiparer Sauen ist bei beiden Untersuchungsgruppen etwa gleich groß (28 vs. 32 der in die Auswertung eingegangenen Sauen). Auch der Gewichtsverlauf der Sauen während der vorangegangenen Laktationsphase zeigt keinen großen Unterschied zwischen beiden Untersuchungsgruppen. Ein, laut Literatur für eine Verlängerung des A-Ö-I verantwortlich gemachter, Verlust von mehr als 10 % des Körpergewichtes (SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 d; VESSEUR et al., 1994; STALLJOHANN, 2004) liegt sogar, wie aus Tabelle 43 ersichtlich, bei etwas mehr Tieren der 1-Eber-Gruppe vor (35 Sauen (20 %) vs. 22 Sauen (15 %)) und kann somit nicht das kürzere mittlere A-Ö-I dieser Tiere verursacht haben.

Tabelle 43: Verteilung des laktationsbedingten Körpermasseverlustes der Sauen auf die Untersuchungsgruppen

Gewichtsverlust während der vorangegangenen Laktation	1-Eber-Gruppe [%]	2-Eber-Gruppe [%]
kein Verlust	8,7	12,9
bis 5 % der Körpermasse	27,9	30,6
5-10 % der Körpermasse	43,0	41,5
10-15 % der Körpermasse	15,7	12,9
15-20 % der Körpermasse	3,5	1,4
20-25 % der Körpermasse	0,6	0,7
>25 % der Körpermasse	0,6	0,0

Durch die Umstellung des Produktionsrhythmus von zwei auf drei Wochen während der Anfangsphase der Untersuchung kam es in der 1-Eber-Gruppe zu einem relativ hohen Anteil an Sauen mit einer langen Säugezeitdauer von mehr als 28 d, worin höchstwahrscheinlich die Ursache des kürzeren A-Ö-I der 1-Eber-Gruppe zu sehen ist. Zur Verdeutlichung ist die Verteilung der einzelnen Säugezeitlängen auf die in die Auswertung eingegangen Tiere der beiden Untersuchungsgruppen in Tabelle 44 dargestellt.

Tabelle 44: Verteilung der verschiedenen Säugezeitlängen auf die Untersuchungsgruppen

Säugedauer	1-Eber-Gruppe (n = 176)		2-Eber-Gruppe (n = 167)	
	Sauen [Anzahl]	Anteil [%]	Sauen [Anzahl]	Anteil [%]
< 21 d	9	5,1	5	3,0
21 bis 28 d	98	55,7	142	85,0
29 bis 35 d	42	23,9	16	9,6
> 35 d	27	15,3	4	2,4

Berücksichtigt man für die Berechnung des mittleren A-Ö-I nur Sauen mit einer Säugezeitdauer bis 28 d, so lässt sich kein Unterschied mehr zwischen den beiden Untersuchungsgruppen feststellen (4,42 vs. 4,48 d).

Eine Aussage zum Einfluss des Aufenthaltes in der Stimulationsbucht auf das A-Ö-I der Sauen kann anhand der vorliegenden Arbeit nicht getroffen werden, da ein

großer Anteil der nicht in der Stimulationsbucht aufgestellten Sauen unter die in Kapitel 3.6. aufgeführten Ausschlusskriterien fällt und somit der Stichprobenumfang für die Tiere ohne Stimulationsbucht-Aufenthalt zu gering ist. Der Dauerkontakt zu einem fertilen Eber für 48 h nach dem Absetzen während des Aufenthaltes in der Stimulationsbucht zeigte keinen erkennbaren Einfluss auf das A-Ö-I oder die Östrusdauer der Sauen. Allerdings wurde durch die Eberanwesenheit die Spannweite der Östrusdauer verringert. Als Ursache hierfür ist einerseits ein von CLAUS (1989) sowie BORBERG (2008) angeführter Synchronisationseffekt des frühen Eberkontaktes denkbar. Auf der anderen Seite ist aber auch eine von KNOX et al. (2004) beschriebene schlechtere Östrusdiagnoserate durch die negativen Auswirkungen des frühzeitigen Eberkontaktes auf die Östrusexpression der Sauen nicht auszuschließen, wodurch insbesondere der Duldungsreflex am Anfang und Ende des Östrus nicht durch den Untersucher ausgelöst werden kann. Dies kann dazu führen, dass die Östrusdauer kürzer wahrgenommen wird als sie in Wirklichkeit ist, bzw., bei sehr kurzer Östrusdauer, der Östrus gar nicht erkannt wird.

Das ermittelte hoch signifikant längere A-Ö-I für rangniedere Tiere im Vergleich zu ranghohen Sauen steht im Einklang mit den Beobachtungen von BAUER (2005), wonach nach dem Aufenthalt in der Stimulationsbucht rangniedere Sauen im Durchschnitt 0,3 Tage später belegt wurden als ranghohe Tiere. Allerdings fließt in die von BAUER (2005) ermittelte Größe „Absetz-Besamungs-Intervall“ neben dem A-Ö-I der Sauen auch das Besamungsregime des Betriebes mit ein, so dass die Parameter A-Ö-I und Absetz-Besamungs-Intervall nicht direkt miteinander vergleichbar sind. PRITCHARD et al. (1997) konnten hingegen keinen Einfluss der Rangposition auf das A-Ö-I feststellen. In dieser Untersuchung lag aber der Stichprobenumfang mit 48 Sauen in 8 Besamungsgruppen deutlich unter dem der vorliegenden Arbeit. Außerdem war die Gruppengröße in der vorliegenden Arbeit um 2 Sauen (33 %) größer als bei der Untersuchung von PRITCHARD et al. (1997), so dass auch hier ein Vergleich der Ergebnisse nur unter Vorbehalt möglich ist.

Vulva

Ein Rückgang der Vulvaödematierung wurde bei den meisten Sauen erst einen Tag nach Duldungsbeginn beobachtet und nicht, wie in der Literatur beschrieben (BOLLWAHN, 1992; SCHNURRBUSCH und HÜHN, 1994 c; SCHNURRBUSCH, 2006), bereits am Ende des Proöstrus. Obwohl sich der Zeitpunkt des Rückgangs

der Vulvaödematisierung in Beziehung zum Duldungsbeginn sowie zum rechnerischen Ovulationszeitpunkt setzen lässt, kann anhand dieses Parameters keine Aussage zum Östrusbeginn bzw. Ovulationszeitpunkt der Sauen getroffen werden, da zum einen eine hochgradige Rötung und Schwellung der Vulva nur bei etwa $\frac{2}{3}$ der untersuchten Sauen beobachtet wurde und zum anderen große individuelle Schwankungen zwischen Rückgang der Vulvaödematisierung und Duldungsbeginn sowie Ovulationszeitpunkt bestehen. Außerdem erfolgte bei 22 Tieren (12 % der Sauen mit Ödematisierungsgrad 3) der Rückgang der Vulvaödematisierung mehr als 4 Stunden nach dem errechneten Ovulationszeitpunkt, also erst nach der in der Literatur als optimaler Besamungszeitraum angegebenen Zeitspanne (siehe Kapitel 2.3.3.). Auch LANGENDIJK et al. (2000 b), die immerhin bei 87 % eine Vulvarötung beobachteten, deren Rückgang sie in Relation zum sonographisch ermittelten Ovulationszeitpunkt setzten, beschreiben eine sehr große Variabilität der Zeitspanne zwischen Rückgang der Vulvarötung und Ovulation. Der Unterschied des Anteils an Sauen mit Vulvaödematisierung zur vorliegenden Arbeit ist durch eine unterschiedliche Score-Einteilung beider Untersuchungen zu erklären. LANGENDIJK et al. (2000 b) beobachteten einen Rückgang der Vulvaödematisierung im Mittel 21 h a. ov.; also etwas früher als in der vorliegenden Arbeit (16 h a. ov.). Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass neben der unterschiedlichen Score-Einteilung in der vorliegenden Untersuchung nur der theoretische Ovulationszeitpunkt aufgrund der Duldungsdaten errechnet wurde, der nicht unbedingt mit dem tatsächlichen übereinstimmen muss.

Vaginalausfluss

Der beobachtete Vaginalausfluss lässt sich aufgrund der Häufigkeit des Auftretens in Relation zum Duldungsbeginn sowie zur ersten Besamung in den zyklusbedingten serösen bzw. pappigen und den besamungsbedingten mukösen Ausfluss unterteilen. Die Häufigkeit des Auftretens von klarem serösem farblosem Ausfluss nahm mit dem Duldungsbeginn der Sauen stark zu und fiel danach langsam ab, während trüb weiß bis weißgrauer seröser Ausfluss erstmals eine BK vor Duldungsbeginn beobachtet werden konnte. Nach dem Duldungsbeginn bis zur 4./5. BK nach Db nahm die Häufigkeit des Auftretens von weißem bis weißgrauem serösem Ausfluss zu und fiel danach wieder. Der nur sehr selten beobachtete trüb honigfarbene Ausfluss pappiger

Konsistenz trat am häufigsten 1-2 BK nach Duldungsbeginn auf; also zwischen den Maxima der beiden serösen Ausflusstypen.

In der Literatur wird das gelegentliche Auftreten von dünnflüssigem Ausfluss bereits im Proöstrus - also vor Duldungsbeginn - beschrieben (WEITZE, 2000), wohingegen sich für den Östrus sowohl Angaben über farblosen, als auch weißgrauen Ausfluss von seröser oder pappiger Konsistenz (BILKEI, 1996; GRAUVOGEL, 1958; WEITZE, 2000) finden lassen.

In Verbindung mit den Literaturangaben zeigt die Häufigkeitsverteilung der Ausflusstypen, dass der zyklusbedingte Vaginalausfluss zu Beginn des Zyklus bzw. bereits im Proöstrus zunächst klar und serös ist, sich im weiteren Zyklusverlauf etwas trüber verfärbt und eine eher klebrige Konsistenz annimmt und gegen Ende des Östrus wieder serös wird, wobei die Farbe eher trübe bis grau bleibt. Muköser Ausfluss, der i. d. R. von weißer Farbe war und nur vereinzelt in verschiedenen Gelbfärbungen auftrat, wurde im Zeitraum vor der ersten Besamung nur bei etwa 3 % der jeweils untersuchten Sauen beobachtet, während dieser Anteil eine BK *p.* KB₁ auf 21,8 % anstieg und bis zur folgenden BK mit 27,2 % sein Maximum erreichte. Danach fiel der Anteil an Sauen mit mukösem Vaginalausfluss langsam wieder ab. Die rapide Zunahme der Sauen mit mukösem Ausfluss nach der ersten KB kann als Hinweis dafür gedeutet werden, dass dieser Ausflusstyp eine Reaktion auf die Besamung darstellt. Dieser muköse Ausfluss wird vermutlich durch die Aktivierung lokaler Abwehrmechanismen im Endometrium bedingt, die von KAEOKET et al. (2003) und DALIN et al. (2004) als Folge der Insemination beschrieben werden, und ist somit als physiologische Reaktion auf die Insemination zu betrachten.

Futtermehraufnahmeverhalten

Eine Verringerung der Futtermehraufnahme, wie sie in der Literatur bereits für die Phase des Proöstrus und verstärkt noch für den Östrus beschrieben wird (siehe Kapitel 2.1.2.1. und 2.1.2.2.), konnte in der vorliegenden Untersuchung nur bei knapp der Hälfte der Sauen und bei diesen v. a. gleichzeitig mit dem Duldungsbeginn beobachtet werden. Die geringe Ausprägung dieser Verhaltensweise hängt vermutlich mit der Tatsache zusammen, dass die Sauen während der Aufstallung im Besamungszentrum restriktiv einmal am Tag gefüttert wurden, nachdem sie eine zweimal tägliche Futtervorlage aus dem Abferkelstall bzw. *ad libitum* Fütterung aus der Stimulationsbucht gewohnt waren.

Temperatur

Die mittlere Rektaltemperatur der untersuchten Sauen entspricht mit 38,11 °C etwa dem von STRAW et al. (1999) angegebenen Wert für abgesetzte Sauen von $38,6 \pm 0,3$ °C sowie den Mittelwerten aus den Untersuchungen von JUNGE-WENTRUP und HOLZ (1985), HENNE (1991) und SOEDE et al. (1997 b). Auch die Spannweite der in dieser Untersuchung ermittelten Temperaturwerte von 36,0 bis 40,3 °C spiegelt die in der Literatur allgemein beschriebene große Variationsbreite der Körperinnentemperatur beim Schwein wieder und entspricht den dort beschriebenen Minimal- und Maximalwerten (JUNGE-WENTRUP und HOLZ, 1985; HENNE, 1991). Dabei ist allerdings zu beachten, dass die gemessenen Maximalwerte höchstwahrscheinlich auf krankheits- (Fieber) oder umgebungsbedingte (Hyperthermie) Ursachen zurückzuführen sind und zyklusabhängige Schwankungen der Rektaltemperatur überlagern, worauf auch schon JUNGE-WENTRUP und HOLZ (1985) hinwiesen. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von JUNGE-WENTRUP und HOLZ (1985) sowie von HENNE (1991) konnte in der vorliegenden Arbeit weder ein Anstieg noch ein Abfall der Körperinnentemperatur in Zusammenhang mit dem Duldungsbeginn beobachtet werden. Auch zwischen Temperaturverlauf und rechnerischem Ovulationszeitpunkt konnte kein Bezug hergestellt werden, was mit den Ergebnissen von SOEDE et al. (1997 b) übereinstimmt, die keine Änderung der Vaginaltemperatur im Bezug zur sonographisch ermittelten Ovulation feststellen konnten.

Urinabsatz

Das in der Literatur beschriebene häufige Harnen östrischer Sauen konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht beobachtet werden. Nur in 10 % der Fälle wurde überhaupt Urinabsatz während der Eberanwesenheit beobachtet, wobei östrische Sauen nicht häufiger während der Eberanwesenheit harnten als anöstrische Tiere. Die Ursache hierfür ist vermutlich in der Fixation der Sauen im Kastenstand zu suchen, wodurch das in Kapitel 2.2.1. beschriebene natürliche Paarungsverhalten der Schweine mit gegenseitigem Beschnüffeln der Ano-Genital-Region und dem sich Umkreisen von Sau und Eber nicht erfolgen kann. Insbesondere für die Sau wird das aktive Paarungsverhalten auf den naso-nasalen Kontakt zum Eber beschränkt.

Ovardiagnostik

Während der sonographischen Untersuchungen zur Ovardiagnostik wurden oft bei Sauen mit großen runden oder längsovalen Follikeln während der Folgeuntersuchung Follikel mit deutlich geringerem Durchmesser und stark echogener Begrenzung vorgefunden. Diese wurden unter Berücksichtigung der vorliegenden Literatur als Follikel in der Ovulation angesehen. Von PARR (1975) wird die durch den präovulatorischen LH-Peak hervorgerufene Entstehung eines Follikelwandödems beschrieben, das nach den Angaben von DÖCKE (1994) und MEINECKE (2007) zum Kollabieren der Follikel mit Freisetzung der Oozyte über eine eng begrenzte Wunde führt. Durch das Kollabieren der Follikel in Verbindung mit der langsamen Freisetzung der Oozyte und der Follikelflüssigkeit lässt sich der geringere Durchmesser der noch echogen darstellbaren „Rest-Follikel“ erklären. Bei den stark echogenen Begrenzungen handelt es sich somit vermutlich um die durch die Ödematisierung verdickte und während des Kollabierens des Follikels verdichtete Follikelwand mit beginnender Reorganisation zum *C. l.*, die nach DÖCKE (1994) und MEINECKE (2007) durch den präovulatorischen LH-Anstieg induziert wird. Daraus lässt sich ableiten, dass es sich bei der Darstellung von Ovargewebe mit stark echogenen Streifen um vollständig ovulierte Follikel, also *Cc. h.* handelt, die in der Literatur allgemein als schwierig sonographisch darstellbar beschrieben werden (KAUFFOLD und RICHTER, 1998; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007), wobei von KAUFFOLD und RICHTER (1998) mit einem „zerklüfteten, diffus echogenem Aussehen des Ovars“ vermutlich das gleiche Bild beschrieben wird, das in der vorliegenden Arbeit als „Ovar mit stark echogenen Streifen“ erfasst wurde. Vor diesem Hintergrund wurde beim Vorliegen von Follikeln mit stark echogener Begrenzung darauf geschlossen, dass sich die Sau in der Ovulation befindet und bei der Darstellung von Ovargewebe mit echogenen Streifen, dass die Ovulation bereits beendet ist.

Die Diagnose „Ovulation“ nur anhand des Nichtauffindens der Ovarien zu stellen, wenn während der vorherigen Untersuchung Follikel dargestellt werden konnten, wie es von einigen Autoren beschrieben wird (NISSEN et al., 1997; STEVERINK et al., 1997; SCHULZ, 1998; WABERSKI et al., 1998), ist dagegen als problematisch anzusehen, da gerade Untersucher mit einem geringeren Erfahrungsgrad häufig kein Ovar darstellen können; unabhängig vom Ovulationsstadium der Sau. In der vorliegenden Untersuchung wurden daher nur Diagnosen gestellt, wenn mindestens ein Ovar im Ultraschallbild zweifelsfrei dargestellt werden konnte.

Das Spektrum der OD-Befunde an den beiden Untersuchungstagen macht die große individuelle Varianz im Zyklusgeschehen der einzelnen Sauen deutlich. Während am 5. d n. A. sich noch die Mehrheit der Sauen im Stadium des Follikelwachstums und der -reifung befindet, zeigen 18 % der Tiere bereits Anzeichen einer bevorstehenden bzw. begonnenen Ovulation und bei zwei Sauen ist zu diesem Zeitpunkt die Ovulation bereits abgeschlossen. Am 6. d n. A. zeigt die Ovardiagnostik ein sehr heterogenes Bild der einzelnen OD-Befunde und somit der individuell verschiedenen Zyklusstadien zwischen den Sauen. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich etwa jeweils ein Drittel der Tiere noch in der Follikelwachstums- und -reifungsphase bzw. am Beginn der Ovulation, während sich etwa 20 % der Sauen nach Beendigung der Ovulation bereits am Beginn der Gelbkörperphase befinden. Diese Varianz der OD-Befunde verdeutlicht die Wichtigkeit einer auch von RÖVER (1991) und SCHNURRBUSCH (2006) empfohlenen, gewissenhaft durchgeführten BK in Verbindung mit der Beurteilung der Vulvaödematisierung und eines evtl. vorhandenen Vaginalausflusses zur ungefähren Abschätzung des Zyklusstandes und zur besseren Festsetzung des Belegungstermines der Sauen für Betriebe, die ohne medikamentelle Zyklussteuerung arbeiten.

Bei den Ergebnissen der OD fällt auf, dass relativ häufig an den Ovarien nicht nur einheitliche Strukturen vorlagen, sondern „gemischte Befunde“ erhoben wurden, mit dem gleichzeitigen Vorliegen von präovulatorischen (runden oder polygonalen) und bereits ovulierten Follikeln. Diese relativ große Anzahl an „gemischten Befunden“ bei der OD verdeutlicht die Tatsache, dass die Ovulation bei multiparen Tieren wie dem Schwein eine gewisse Zeitdauer in Anspruch nimmt, die in der Literatur mit einem Bereich von einer bis zu acht Stunden angegeben wird (siehe Kapitel 2.1.3.). Aus diesem Grund kann es sich bei der Angabe des „Ovulationszeitpunktes“ bei multiparen Tieren nur um einen fiktiven Zeitpunkt innerhalb des eigentlichen Ovulationszeitraumes handeln.

Die Darstellung des aufgrund des OD-Befundes erhobenen Ovulationsstadiums der Sauen in Relation zum jeweiligen Duldungsbeginn verdeutlicht die in der Literatur beschriebene große individuelle Varianz des Intervalls zwischen Östrusbeginn und Ovulation (siehe Kapitel 2.1.3.). Bei 87 % der untersuchten Sauen mit bekannten Duldungsdaten wurden zum Zeitpunkt des Duldungsbeginns sonographisch noch keine Ovulationsanzeichen festgestellt, während 9 Tiere (11,7 %) kurz vor oder in der Ovulation waren und eine Sau bereits ovuliert hatte. Mit Zunahme des Zeitabstandes

nach dem Duldungsbeginn nimmt erwartungsgemäß auch der Anteil an Sauen ohne Ovulationsanzeichen stetig ab, während der mit Ovulationsanzeichen zunimmt. So zeigen einen Tag (2 BK) nach Duldungsbeginn noch die Hälfte und zwei Tage nach Db lediglich noch 17,5 % der untersuchten Sauen keine Ovulationsanzeichen. Der Anteil der Sauen, die zu diesen Zeitpunkten die Ovulation bereits beendet haben steigt hingegen auf 7 % bzw. 36,8 %.

Nach den Untersuchungen von WEITZE et al. (1994) ovulieren 82,4 % der Sauen zwischen 32 und 56 h nach dem Östrusbeginn, 7,6 % vor und 10 % nach diesem Zeitraum. Für diese Untersuchung definierten die Autoren den Östrusbeginn in gleicher Weise wie in der vorliegenden Arbeit als rechnerische Mitte zwischen letzter negativer und erster positiver BK, wobei aber jene die BK dreimal täglich und somit engmaschiger durchführten. Die OD erfolgte zu jeder BK und somit weitaus häufiger als in der vorliegenden Arbeit. Den Ovulationszeitpunkt definierte die Arbeitsgruppe um WEITZE als rechnerische Mitte zwischen der letzten OD mit darstellbaren Follikeln und der folgenden Untersuchung, bei der keine Follikel mehr dargestellt werden konnten. In der vorliegenden Arbeit wurden die OD-Befunde nicht wie bei der Untersuchung von WEITZE et al. (1994) in Beziehung zum Östrus-, sondern zum Duldungsbeginn gesetzt und als Einheit nicht „Stunden nach bzw. vor Östrusbeginn“, sondern „BK nach bzw. vor Db“ gewählt. Dies erschien sinnvoll, da die OD nur zweimal je Zyklus jeweils direkt im Anschluss an die BK am VM erfolgte und somit das Bild zum Zeitpunkt dieser BK, also zum Db bzw. zum Zeitpunkt der entsprechenden BK vor oder nach dem Duldungsbeginn wiedergab. Die geringe Untersuchungsfrequenz bedingt auch, dass der Ovulationszeitpunkt nicht bestimmt werden konnte, sondern nur das zum Untersuchungszeitpunkt vorgefundene Bild an den Ovarien dahingehend interpretiert werden konnte, ob bereits Anzeichen für eine Ovulation bestehen oder nicht, oder ob die Ovulation bereits beendet ist. Dennoch sind die Ergebnisse mit denen von WEITZE et al. (1994) vergleichbar, denn auch in der vorliegenden Untersuchung zeigten im Zeitraum von 2 bis 4 BK nach dem Db (also - je nachdem ob der Db auf den Vormittag oder den Nachmittag fiel - zwischen 28 und 56 h nach Östrusbeginn) zwischen 50,7 % und 82,4 % der untersuchten Sauen Ovulationsanzeichen. 4 BK nach Db, also entsprechend 52 bis 56 h nach Östrusbeginn, wurden bei 10 der zu diesem Zeitpunkt untersuchten 57 Sauen (17,5 %) noch keine Ovulationsanzeichen festgestellt. Auch WEITZE et al. (1994) beschreiben bei einem weitaus größeren Stichprobenumfang von 427 untersuchten Tieren, dass

10 % der Sauen erst später als 56 h nach dem Östrusbeginn ovulierten. In der vorliegenden Untersuchung wurden bei einer Sau mit Db am 6. d n. A. bei der OD zum Zeitpunkt des Duldungsbeginns bereits Follikel mit stark echogener Begrenzung gemeinsam mit Ovargewebe mit echogenen Streifen dargestellt; diese Sau hatte offensichtlich zum Zeitpunkt des Duldungsbeginns schon ovuliert. Auch WEITZE et al. (1994) erwähnen eine Sau, die bereits früher als 24 h nach Östrusbeginn ovuliert hatte. Solch extrem frühe Ovulationen relativ zum Duldungsbeginn sind aber als Ausnahme zu werten. Bei gehäuftem Auftreten weisen sie eher auf eine fehlerhafte Erkennung des Duldungsbeginns hin. Die Ursache hierfür ist dann entweder in einer mangelhaft durchgeführten Stimulation während der BK seitens des Stallpersonals oder in einer angst- oder schmerzbedingten schlechten Östrusexpression seitens der Tiere zu suchen.

Die Darstellung der OD-Befunde in Relation zur ersten Besamung zeigt, dass bei der Mehrheit der Sauen im Untersuchungsbetrieb die Besamungen zum richtigen Zeitpunkt erfolgten. Eine BK vor der KB₁ sind bei 86 % der Sauen noch keine Anzeichen einer Ovulation feststellbar und nur ein Tier hat bereits ovuliert (hierbei handelt es sich um die Sau, die zum Db bereits ovuliert hatte). Von den Sauen, die direkt im Anschluss an die erste Besamung untersucht wurden, befanden sich 42 % kurz vor oder bereits in der Ovulation, so dass für diese Tiere davon auszugehen ist, dass die KB₁ noch rechtzeitig zur Ovulation erfolgte. Bei 38 Sauen (52,8 %) konnten während der Untersuchung nach der KB₁ noch keine Anzeichen einer beginnenden Ovulation gefunden werden, so dass für diese Tiere auch keine Aussage zum Ovulationszeitpunkt erfolgen kann. Bei den Untersuchungen, die im Anschluss an die zweite BK nach der KB₁ erfolgte, also bei dreimal besamten Sauen nach der KB₃, wurden aber bei 81,4 % Hinweise auf eine kurz bevorstehende bzw. begonnene oder eine bereits beendete Ovulation gefunden, so dass davon auszugehen ist, dass bei diesen Tieren zumindest eine der drei Besamungen zeitgerecht erfolgte. Für die 11 Sauen (18,6 %), die zu diesem Zeitpunkt noch keine Anzeichen einer Ovulation zeigten, kann anhand des OD-Befundes keine Aussage dazu getroffen werden, ob die Tiere noch innerhalb der befruchtungsfähigen Zeitspanne der inseminierten Spermien zur Ovulation kommen oder nicht.

SCHNURRBUSCH (2007) empfiehlt für die Ovardiagnostik zur Überprüfung des Besamungsregimes im Betrieb bei der Anwendung der duldungsorientierten Besamung etwa 10-20 % der Sauen des Bestandes an den Hauptbesamungstagen

bis zum Nachweis der Ovulation zu untersuchen und anschließend das Ovulationsverhalten der Herde mit dem Besamungsregime im Bestand abzugleichen. Diese Vorgehensweise erwies sich allerdings im Verlauf der vorliegenden Untersuchungen wegen der hohen Arbeitsintensität der wiederholten Untersuchungen als nicht durchführbar. Aus diesem Grund erfolgte eine Beschränkung auf zwei Untersuchungstermine je Besamungsgruppe. Diese wurden auf die beiden Hauptbesamungstage (5. und 6. d. n. A.) gelegt, um möglichst viele Sauen, wie es für die Ovardiagnostik in Beständen mit terminorientierter Besamung allgemein empfohlen wird (KAUFFOLD et al., 1997 b; SCHNURRBUSCH, 2006 und 2007), am Tag der KB₁ und einige Stunden nach der KB₂ sonographisch untersuchen zu können. Auch in der Praxis wird dieser Kompromiss für die Ovardiagnostik in Betrieben mit dulldungsorientierter Besamung oft angewandt (pers. Mitteilung SASSMANN). Problematisch bei dieser Vorgehensweise ist, dass nur Sauen mit KB₁ am Nachmittag des 5. d. n. A. in die Bewertung des Besamungszeitpunktes einbezogen werden; also aus der Gruppe der frührauschigen Sauen nur solche mit Duldungsbeginn am Nachmittag des 4. d. n. A. und von den normalrauschigen Sauen nur diese mit der ersten Duldung am Vormittag des 5. d. n. A., während spät in die Brunst kommende Sauen gar nicht berücksichtigt werden. Das eventuelle Vorliegen von untypisch frühen Ovulationszeitpunkten bei Sauen mit extrem frühem Duldungsbeginn bzw. eine unerwartet späte Ovulation bei spätrauschenden Sauen im Untersuchungsbetrieb kann mit der angewandten Vorgehensweise nicht erfasst werden. Die generell guten Besamungsergebnisse aller Untersuchungsgruppen lassen ein solch spezielles Ovulationsverhalten für die Herde des Untersuchungsbetriebes allerdings nicht vermuten.

In der vorliegenden Untersuchung erfolgte die OD bei insgesamt 79 Sauen zu den oben genannten empfohlenen Untersuchungsterminen (am Tag der KB₁ und im Anschluss an die KB₂). Die Untersuchungsbefunde der OD zeigen, dass bei 68,4 % der Tiere die Besamungen zum richtigen Zeitpunkt erfolgten. Dabei ist allerdings zu beachten, dass für die Beurteilung nur die ersten beiden Besamungen herangezogen werden konnten. Der tatsächliche Anteil der zeitgerecht inseminierten Sauen ist größer, denn 19 von den 24 Sauen, deren erste zwei Besamungen anhand der OD-Befunde als zu früh gewertet wurden, erhielten noch eine dritte Insemination. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass das im Untersuchungsbetrieb angewandte

Besamungsmanagement hinsichtlich der Wahl der Inseminationstermine und der Anzahl an Besamungen zum Ovulationsgeschehen der Herde passen.

Ethologische Untersuchung

Die Auswertung der Videoaufzeichnungen während der Brunstkontrollen und Besamungen zeigt eine große individuelle Variabilität im Verhalten der Sauen. Die große Varianz in der Anzahl der gezeigten Verhaltensparameter ist zu einem erheblichen Teil auf die unterschiedlichen Zeitspannen der BK und somit der Beobachtungszeit zurückzuführen. So dauerte die gesamte BK am 3. und am 8. d n. A. durchschnittlich nur sechs bis acht Minuten mit einem Minimum von 28 Sekunden, während sie am Nachmittag des 5. d n. A. im Mittel eine halbe Stunde, mit einem Maximum von knapp 50 Minuten in Anspruch nahm. Allerdings bestehen auch bei ähnlich langer Beobachtungszeit sehr starke Unterschiede in der Anzahl der gezeigten Verhaltensweisen zwischen den einzelnen Sauen. Beispielsweise wurden bei den Brunstkontrollen am Nachmittag des 5. d n. A. während einer Beobachtungszeit zwischen 20 und 50 Minuten im Mittel etwa 80-mal die Verhaltensparameter „Rüssel durch Absperrung strecken“ und „Blickkontakt zum Eber“ beobachtet. Einige Sauen zeigten diese Verhaltensweisen allerdings während der gesamten BK nur 6- bzw. 18-mal, während sie bei anderen Tieren in der gleichen Zeitspanne ca. 200-mal beobachtet wurden. Auch der Parameter „Stangenbeißen“, der nach der Definition von FRASER (1978) als Übersprungshandlung und somit als Reaktion auf eine Stresssituation gewertet werden kann, wurde bei einzelnen Sauen über 100- bis zu 196-mal beobachtet, während die meisten Sauen (selbst bei längeren Beobachtungszeiten) überhaupt kein Stangenbeißen zeigten.

Die Parameter „Rüssel durch Absperrung strecken“ sowie „Blickkontakt zum Eber“ wurden während aller Zeitphasen der BK von über 80 % der Sauen gezeigt. Diese Verhaltensweisen wurden in der vorliegenden Arbeit als versuchte Kontaktaufnahme zum Eber gewertet, da sie für die im Kastenstand fixierten Sauen die einzige Möglichkeit zur aktiven Kontaktaufnahme mit dem Eber darstellen. Aus der Literatur geht hervor, dass unter natürlichen Bedingungen der Sau die Hauptrolle beim Zusammentreffen der Sexualpartner zufällt (Kapitel 2.2.1.1.). Von SIGNORET (1970 b, 1970 c, 1971, 1972 und 1976) wird ein bereits im Proöstrus beginnendes und im Östrus verstärktes, von den Pheromonen des Ebers beeinflusstes, aktives Aufsuchen des Ebers durch die Sau beschrieben. Diese angeborenen Verhaltens-

weisen werden bei der Fixierung der Sauen im Kastenstand auf die Möglichkeit des Drehens des Kopfes in Richtung Eber und des Durchstreckens der Rüsselscheibe durch die Kastenstandbegrenzungen beschränkt. Da diese beiden Verhaltensweisen außerdem v. a. in Verbindung mit der BK bei den Sauen beobachtet wurden und nur äußerst selten in den Zeiten dazwischen auftraten, erscheint eine Interpretation dieser beiden Parameter als versuchte Kontaktaufnahme zum Eber als nahe liegend. Gleichwohl können andere Ursachen wie z. B. generelle Unruhe im Stall oder Geräusche, die zufällig aus der Richtung des Ebers kommen, nicht völlig ausgeschlossen werden, sind aber eher als unwahrscheinlich anzusehen.

Für eine Bewertung der Parameter „Rüssel durch Absperrung“ und „Blickkontakt zum Eber“ als versuchte Kontaktaufnahme zum Eber spricht auch die Tatsache, dass die mittlere Anzahl dieser beiden Parameter je Sau und BK ab 1 Tag (2 BK) vor Duldungsbeginn der Sauen kontinuierlich ansteigt, mit dem Duldungsbeginn Maximalwerte erreicht, während des gesamten Östrus auf einem relativ hohen Niveau bleibt und erst ab einem Tag nach Duldungsende wieder abfällt. Dies entspricht den Beobachtungen von SIGNORET (1969 und 1971), der für den Zeitraum von einem Tag vor Duldungsbeginn bis etwa zwei Tage nach Duldungsende eine gesteigerte Attraktivität des Ebers auf die Sauen beschreibt, und von JAKWAY und SUMPTION (1959, zitiert nach HAFEZ et al., 1962), die beobachteten, dass einen Tag vor Duldungsbeginn einige Sauen den Eber sogar verfolgen, wenn dieser mit den Sauen in der Gruppe gehalten wird.

Die mittlere Anzahl der Rüsselscheibenkontakte zum Eber steigt in ähnlicher Weise wie die Verhaltensparameter zur Kontaktaufnahme mit dem Eber zum Duldungsbeginn hin an und nimmt etwa einen Tag nach Duldungsende wieder ab. Da bereits SIGNORET (1970 b und 1971) nachwies, dass die Eber keinen Unterschied zwischen östrischen und anöstrischen Sauen machen, ist die Ursache für die häufigeren Rüsselscheibenkontakte zu den Sauen während des Östrus höchstwahrscheinlich im Verhalten der Sauen zu suchen. Hierfür spricht auch die Tatsache, dass für die Eber Rüsselscheibenkontakt nur zu den Sauen möglich ist, die ihren Rüssel nahe an die vordere Begrenzung des Kastenstandes bringen, oder durch diese hindurchstrecken. Sauen mit geringem Interesse am Eber geben hingegen diesem gar nicht die Möglichkeit des naso-nasalen Kontaktes. Die Eber reagieren also lediglich auf die bei östrischen Sauen vermehrt auftretenden Kontaktaufnahmeversuche mit häufigerem Rüsselscheibenkontakt zu diesen Sauen.

Die beiden Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme mit dem Eber wurden von der Mehrzahl der Sauen (> 80 %) bereits während der Vorbereitungsphase, also ab dem Schließen der Tore im Eberlaufgang, noch bevor der Eber vor den Sauen fixiert wurde, gezeigt. Auch das für den Duldungsreflex typische Krümmen des Rückens in Verbindung mit einem Aufstellen der Ohren und bewegungslosem Verharren in dieser Position zeigten über die Hälfte der Tiere bereits in der Vorbereitungsphase. Diese Beobachtungen lassen darauf schließen, dass bereits mit dem Beginn der für die BK typischen Handlungen im Stall die Sauen in einen Erregungszustand verfallen; auch wenn die Tiere zu diesem Zeitpunkt noch gar nicht direkt durch den Eber und/oder den Besamungstechniker stimuliert werden. Übereinstimmend damit beschreibt auch GRAUVOGEL (1958), dass östrische Sauen die Anwesenheit eines Ebers über weite Entfernungen hinweg bemerken und in Unruhe geraten. BRÜNINGHOFF (2002) sowie VAN ENGEN und SCHEEPENS (2006) weisen darauf hin, dass die Phase der höchsten Stimulationsstufe bei östrischen Sauen intervallartig mit einem etwa 10- bis 15-minütigen Erregungsgipfel auftritt. Auf diesen Erregungsgipfel folgt eine etwa einstündige Latenzzeit, während der der Duldungsreflex schwächer ausgeprägt ist. HEINZE (2005) führt dies auf die pulsierende Oxytocinfreisetzung während des Östrus zurück, die für eine Dauer von etwa 15 Minuten Gipfelwerte erreicht, wodurch die Duldungsausprägung und die Uteruskontraktionen aktiviert werden. Danach folgt eine Erschöpfungsphase, während der wegen des niedrigen Oxytocinspiegels nur eine unzureichende Stimulation möglich ist und eine Abnahme der Uterusmotorik beobachtet wird, die zu einer schlechteren Spermienaufnahme bei der Insemination führen kann. Vor diesem Hintergrund lässt sich aus den vorliegenden Beobachtungen die Empfehlung ableiten, in großen Beständen, bei denen sehr viele Sauen gleichzeitig zur Besamung anstehen, die Gesamtdauer der Besamungsarbeit zu verkürzen, indem mehrere Besamungstechniker parallel arbeiten.

Der Anteil an Sauen, die Stangenbeißen zeigen, steigt von 30 % für die Zeitphasen zu denen ein Eber vor den Sauen fixiert ist und somit Eberkontakt möglich ist, auf 40-55 % für die Zeitphasen „Eber vor Nachbargruppe“ bzw. „Vorbereitung der BK“. Auch extrem hohe Anzahlen an Stangenbeißen je Sau wurden nur während der beiden letztgenannten Zeitphasen registriert. Dabei steigt die mittlere Anzahl an Stangenbeißen je Sau während der gesamten BK mit dem Duldungsbeginn stark an und fällt zum Duldungsende hin wieder rapide ab. Beurteilt man das Stangenbeißen

als Bewältigungsstrategie einer Stresssituation, so weisen diese Ergebnisse auf eine mögliche Stressbelastung östrischer Sauen während der Zeitphasen der BK hin, während derer eine direkte Kontaktaufnahme zum Eber für die Sauen nicht möglich ist. Diese Zeitphasen werden durch den Einsatz von zwei Stimulierebern deutlich verkürzt, was sich in der vorliegenden Arbeit an einer signifikant geringeren Anzahl an Stangenbeißen bei den Sauen der 2-Eber-Gruppe im Vergleich zur 1-Eber-Gruppe zeigt.

Das Stangenbeißen in der Form, wie es in der vorliegenden Untersuchung während der BK erfasst wurde, ist nicht eindeutig als Stereotypie einzuordnen. KUHNE (2010) definiert Stereotypen als Verhaltensmuster, die im Gegensatz zu natürlichem stereotypem Verhalten untypisch oder inadäquat für die aktuelle Situation sind. Mit zunehmender Etablierung einer Stereotypie werden die Verhaltensmuster dann vermehrt unabhängig von der primären Ursache gezeigt. Dabei kann jede Konfliktsituation, jeder Stress auslösende Reiz oder jede zur Frustration führende Verhaltensrestriktion zum Auslöser einer später etablierten Stereotypie werden. OTT (1995) nennt als wesentlichen Faktor für die Entstehung einer Stereotypie den Kontrollverlust eines Tieres über seine Umgebung, wobei vermutlich aktivere Tiere eher Stereotypen entwickeln, wohingegen passivere Tiere eher in depressive Zustände verfallen. HENRY und STEPHENS (1977) unterscheiden hierbei zwischen dem drohenden Kontrollverlust, der über die Aktivierung des sympathischen Nervensystems und des Nebennierenmarks (Sympathoadrenomeduläres System, SA-System) zur verstärkten Katecholamin-Ausschüttung führt und dem eingetretenen Kontrollverlust, bei dem über das Hypophysen-Nebennierenrinden-System (HPA-System) vermehrt Kortikosteroide freigesetzt werden. SAMBRAUS (1997) verweist darauf, dass neben der stereotypen Form des Stangenbeißens bei Zuchtsauen eine weitere, nicht stereotyp ablaufende Form des Stangenbeißens zu beobachten ist, die v. a. während der Vorbereitung der Fütterung gezeigt wird und auf eine starke Erregung der Sauen hinweist. Bei dieser Form des Stangenbeißens rütteln die Sauen unter Lautäußerungen an den Stangen. Dieses Verhalten wird als Versuch der Sau, die Stange zu entfernen, um schneller an das Futter zu gelangen, interpretiert und ist somit nicht als Verhaltensstörung zu werten.

Das in der vorliegenden Arbeit während der BK beobachtete Stangenbeißen kann in Anlehnung an das von SAMBRAUS (1997) beschriebene Stangenbeißen zur Fütterung ebenfalls als Versuch der Sauen interpretiert werden, die Stangen zu entfernen,

um zum Eber zu gelangen. Anhand der Untersuchung kann aber keine Aussage dazu getroffen werden, ob dieses Stangenbeißen auch von Lautäußerungen der Sauen begleitet wurde, da die Videoaufzeichnungen ohne Ton erfolgten. Ein Rütteln der Sauen an den Stangen, wie es von SAMBRAUS (1997) beschrieben wurde, konnte allerdings im Zusammenhang mit dem beobachteten Stangenbeißen in der vorliegenden Untersuchung nicht beobachtet werden, so dass dieses Stangenbeißen vermutlich als Stressreaktion auf den drohenden Kontrollverlust zu werten ist, da die östrische Sau sich dem Eber nicht aktiv nähern und somit eine nach den Untersuchungen von SIGNORET (1970 a) angeborene Verhaltensweise nicht ausleben kann.

Einfluss der Anzahl an Stimulationsebern

Ein Vergleich des Verhaltens der Sauen, die während der Besamungen durch zwei Eber stimuliert wurden, mit dem Verhalten der Sauen aus der 1-Eber-Gruppe zeigt, dass die Stimulation der Sauen durch den zusätzlichen Einsatz eines zweiten Ebers deutlich verbessert werden kann. Sauen, die zu den Besamungsterminen durch zwei Eber stimuliert wurden, zeigten im Vergleich zu den Tieren der 1-Eber-Gruppe während der Gesamtdauer der BK/KB signifikant häufiger sowohl die Verhaltensparameter zur versuchten Kontaktaufnahme als auch - daraus resultierend - Rüssel-scheibenkontakt zum Eber. Infolge dessen wurde bei den Sauen der 2-Eber-Gruppe signifikant weniger Stangenbeißen beobachtet, und die Tiere nahmen höchst signifikant häufiger die für den Duldungsreflex typische Körperhaltung ein als die Sauen der 1-Eber-Gruppe. Die bessere Stimulation der Sauen durch den Einsatz von zwei Ebern zeigt sich auch in der Ausprägung des Duldungsreflexes während und nach der KB. Eine hochgradige Unruhe während der Besamung wurde signifikant häufiger bei den Sauen der 1-Eber-Gruppe als bei denen der 2-Eber-Gruppe beobachtet (37,3 % vs. 29,3 % der Besamungen) und durchgehende Unruhe der Sau während der gesamten KB trat nur in der 1-Eber-Gruppe auf. Nach Abnahme des Besamungsbügels nahmen die Sauen aus der 2-Eber-Gruppe im Durchschnitt noch doppelt so oft und doppelt so lange die für den Duldungsreflex typische Körperhaltung ein als die Tiere der 1-Eber-Gruppe.

In der Literatur wird von einer Vielzahl von Autoren auf die gute Stimulationswirkung der vom Eber ausgehenden Reize sowohl auf die Ausbildung des Duldungsreflexes der Sau als auch auf die myometriale Aktivität und infolge dessen den Sper-

mientransport und die Befruchtungsergebnisse hingewiesen (siehe Kapitel 2.2.2.2. und 2.2.2.3.). Allein die Tatsache, dass bei der Stimulation mit zwei Ebern im Vergleich zum Einsatz nur eines Stimulationsebers während und nach der KB für einen wesentlich längeren Zeitraum ein Eber vor den Köpfen der Sauen fixiert ist und somit alle vom Eber ausgehenden Stimuli länger auf die Sauen einwirken können, kann somit schon die beobachtete bessere Stimulation der Sauen aus der 2-Eber-Gruppe erklären. Insbesondere die bessere „Immobilisation p. KB“ bei den Sauen der 2-Eber-Gruppe ist auf die längere Anwesenheit eines Ebers nach Beendigung der KB zurückzuführen. Hierbei bewirkt v. a. die deutlich höhere Anzahl an Rüsselscheibenkontakten zum Eber eine bessere Stimulation der Sauen beim Einsatz von zwei Stimulationsebern. Auch TANIDA et al. (1991) weisen darauf hin, dass der Rüssel-scheibenkontakt zum Eber eine entscheidende Rolle bei der Auslösung des Duldungsreflexes der Sau spielt.

Durch den Einsatz von zwei Stimulierebern werden aber auch die in Kapitel 2.2.2.3. beschriebenen und in der vorliegenden Untersuchung aus dem Vergleich des Einflusses der verschiedenen Eber auf die Verhaltensreaktionen der Sauen ersichtlichen Unterschiede in der stimulativen Wirkung einzelner Eber auf die Sauen ausgeglichen. Dies ist besonders vor dem Hintergrund von Bedeutung, dass der stimulative Wert eines Ebers durch viele Faktoren wie z. B. die Konzentration und Zusammensetzung der Pheromone bestimmt wird und daher für den Tierhalter nicht unbedingt zu erkennen ist. Beim Einsatz von zwei Stimulierebern kann eine evtl. schlechte stimulative Wirkung eines der beiden Eber durch die Stimulationswirkung des zweiten Ebers ausgeglichen werden und wirkt sich somit weniger negativ auf die Stimulation der Sauen aus als beim alleinigen Einsatz eines Ebers mit geringem stimulativen Wert. Zusätzlich kann der Einsatz von zwei Stimulierebern eine bessere Stimulation aller Sauen vor dem Hintergrund gewährleisten, dass auch individuelle Vorlieben bezüglich des Partners sowohl seitens der Sau sowie des Ebers, wie sie die Untersuchungen von HODGSON (1935) und TANIDA et al. (1991) vermuten lassen, eher berücksichtigt werden.

Die von HEMSWORTH et al. (1991) und VAN ENGEN und SCHEEPENS (2006) beschriebene gegenseitige Stimulation von gleichzeitig eingesetzten Ebern kann durch die Beobachtungen der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. HEMSWORTH et al. (1991) stellte fest, dass Eber beim Natursprung eine größere Anzahl an direkt auf die Sau gerichteten Werbungsverhaltens zeigen, wenn andere

Eber direkt neben der Deckbucht aufgestellt sind, als wenn keine weiteren Eber während des Deckaktes anwesend sind. In der vorliegenden Arbeit hatten die Sauen der 2-Eber-Gruppe zwar insgesamt mehr Rüsselscheibenkontakte zum Eber als die Tiere der 1-Eber-Gruppe, aber zum 1. Eber (KB-Eber) hatten sie hoch signifikant weniger Rüsselkontakte als die Sauen, die nur durch diesen stimuliert wurden. Allerdings war der 1. Eber durchschnittlich über 1 Minute (71 sec) länger vor den Sauen der 1-Eber-Gruppe als vor denen der 2-Eber-Gruppe fixiert, worin vermutlich die Ursache für die durchschnittlich zwei Rüsselscheibenkontakte mehr zu den Sauen der 1-Eber-Gruppe zu suchen ist.

Einfluss des eingesetzten Stimulierebers

Alle eingesetzten Stimuliereber waren während der gesamten Einsatzzeit im Bereich des in der Literatur empfohlenen Alters zwischen 8 Monaten und 4 Jahren (siehe Kapitel 2.2.2.3.). Dennoch konnten Unterschiede in ihrer stimulativen Wirkung auf die zu besamenden Sauen beobachtet werden. Diese Unterschiede sind vermutlich zu einem Teil auf die in der Literatur beschriebene unterschiedliche Zusammensetzung sowie Konzentration der Pheromone zurückzuführen. Die Beobachtungen der vorliegenden Arbeit zeigen aber auch, dass das Verhalten der Eber einen großen Einfluss auf deren stimulativen Wert hat. Insbesondere ein Hochsteigen des Ebers an der Absperrung zu den Sauen muss als eher nachteilig für die Stimulation der Sauen gewertet werden. Zum einen nimmt dieses Verhalten eine relativ lange Zeitspanne in Anspruch, während der kein Rüsselkontakt zu den Sauen möglich ist. Zum anderen konnte aber während der Auswertung der Videoaufzeichnungen auch beobachtet werden, dass v. a. die Sau, an deren Kopfende der Eber hochsteigt, als Reaktion auf dieses Verhalten starke Unruhe - oft auch während der Besamung - zeigt. Deutlich wird dies auch daran, dass während der Stimulation mit dem Eber, der am häufigsten an der Absperrung hochstieg (Eber 1), die Sauen am häufigsten die Parameter „Stangenbeißen“ sowie „hgr. Unruhe während der KB“ zeigten. Dabei ist anzumerken, dass dieser Eber nicht an der Absperrung hochstieg, um zu den Sauen zu gelangen, sondern um die Tore im Eberlaufgang zu öffnen oder um sich im Eberlaufgang umzudrehen. Interessanterweise konnte festgestellt werden, dass dieses eher als negativ zu wertende Verhalten des Stimulierebers während der Stimulation mit zwei Ebern von den anderen Ebern nachgeahmt wurde. Insbesondere Eber 3 stieg während der alleinigen Stimulation der Sauen nur sehr selten an der Absperrung

hoch, zeigte dieses Verhalten aber vermehrt nach dem gemeinsamen Einsatz mit Eber 1 als Stimuliereber, obwohl er zu diesem Zeitpunkt mit 28 Monaten schon relativ alt und dementsprechend schwerfällig war.

Die beobachteten Unterschiede in der mittleren Anzahl der Blickkontakte der Sauen zu den einzelnen Ebern weisen auf eine unterschiedlich hohe Attraktivität der Eber für die Sauen hin. Dies steht vermutlich im Zusammenhang mit einem bereits von HUGHES et al. (1990) diskutierten unterschiedlichen Grad der Pheromonfreisetzung zwischen verschiedenen sexuell aktiven Ebern. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch, dass bei drei Ebern mit einem vergleichbaren, relativ jungen Alter zwischen 8 und 21 Monaten während des Einsatzzeitraums deutliche Unterschiede in der mittleren Anzahl der Blickkontakte beobachtet wurden. So erzielte Eber 4 mit 58,5 den höchsten Wert, während die Eber 2 und 5 nur gut die Hälfte bzw. zwei Drittel davon und somit die niedrigsten Werte erreichten. Obwohl die häufigen Blickkontakte zu Eber 4 auf eine hohe Attraktivität dieses Ebers gegenüber den Sauen schließen lassen, zeigte Eber 4 die wenigsten Rüsselscheibenkontakte zu den Sauen, was sich wiederum in einem relativ hohen Anteil an hgr. Unruhe der Sauen während der KB niederschlägt. Demgegenüber wurden bei Eber 3 mit vielen Blickkontakten sowie Eber 2 (wenige Blickkontakte) jeweils relativ viele lange Rüsselscheibenkontakte zu den Sauen und dementsprechend wenig hgr. Unruhe während der KB beobachtet. Allerdings zeigten bei der Stimulation durch Eber 5 die Sauen relativ häufig hgr. Unruhe während der KB; trotz einer hohen Anzahl an langen Rüsselscheibenkontakten.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der stimulative Wert eines Ebers nicht nur von dessen Alter bzw. sexueller Reife, sondern auch von seiner Attraktivität auf die Sauen, die vermutlich v. a. durch die Pheromonkonzentration und -zusammensetzung bestimmt wird, und seinem Verhalten sowie vom Zusammenspiel dieser einzelnen Faktoren abhängt.

Einfluss der Rangposition der Sau

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die Anzahl des Stangenbeißen sowie die Ausprägung des Duldungsreflexes auch von der Rangposition der Sauen innerhalb der Besamungsgruppe beeinflusst werden. So zeigten Sauen auf den beiden höchsten Rangpositionen am häufigsten hgr. Unruhe während der KB und eine generell schlechtere Ausprägung der Duldungsanzeichen nach der KB,

während bei den Tieren mit den niedrigsten Rangpositionen (RP 7 und 8) eine überwiegend gute Duldung während und nach der Besamung beobachtet wurde. Auffallend ist auch die geringe Anzahl an Stangenbeißen bei den Sauen der beiden hinteren Rangplätze. Insbesondere Tiere mit der RP 8 zeigten nur etwa ein Drittel bis halb so oft Stangenbeißen als die Sauen der RP 1 bis 6.

Die generell beobachtete bessere Duldung und geringere Anzahl an Stangenbeißen beim Einsatz von zwei Stimulierebern im Vergleich zur Stimulation mit nur einem Eber kommt v. a. bei den Sauen der mittleren Rangpositionen zum Tragen. Bei den Sauen der Rangpositionen 1 bzw. 8 zeigte hingegen die Anzahl der Stimuliereber keinen Einfluss auf die mittlere Anzahl der beobachteten Parameter „Stangenbeißen“ und „Unruhe während der KB“ sowie einen nur geringen Einfluss auf den Parameter „Immobilisation p. KB“. Diese Beobachtungen könnten ein Hinweis darauf sein, dass die mit der Fixierung im Kastenstand verbundene starke Einschränkung des normalen Paarungsverhaltens der Sauen insbesondere für ranghohe Sauen eine Belastungssituation darstellt, die sich in einer schlechteren Ausprägung des Duldungsreflexes niederschlägt. Für rangniedere Tiere scheint diese Einschränkung des Normalverhaltens hingegen weniger belastend zu sein, was aus der geringeren Anzahl an Stangenbeißen abzuleiten ist. Für diese Tiere stellt die Fixierung im Kastenstand möglicherweise sogar eine gewisse Schutzfunktion dar und ermöglicht somit eine bessere Ausprägung des Duldungsreflexes auch in direkter Nachbarschaft zu ranghohen Gruppenmitgliedern. Auf der anderen Seite ist aber nicht auszuschließen, dass für rangniedere Sauen die mit der Fixierung im Kastenstand einhergehende Beeinträchtigung ihres normalen Paarungsverhaltens in gleicher Weise belastend ist wie für ranghöhere Tiere, aber sich anders auswirkt. Von HENRY und STEPHENS (1977) wird beschrieben, dass die Einwirkung eines Stressors in Abhängigkeit von vielen Faktoren entweder zum drohenden Kontrollverlust mit Aktivierung des SA-Systems oder zum bereits eingetretenen Kontrollverlust mit Aktivierung des HPA-Systems führt (siehe auch S. 205). Während das SA-System zur gesteigerten Verhaltensaktivität und der sog. „Fight and Flight“-Reaktion führt, bewirkt das HPA-System eher depressives Verhalten mit Aktivitätsverminderung und der Unterdrückung von Verhaltensreaktionen. Dabei neigen nach den Angaben von OTT (1995) passivere Tiere eher zu depressivem Verhalten. Vorstellbar ist somit, dass die Beeinträchtigung des normalen Paarungsverhaltens durch die Fixation der Sauen zum drohenden Kontrollverlust und somit zur gesteigerten Aktivität führt, die sich

nach FRASER (1978) als eine Übersprungshandlung wie z. B. Stangenbeißen bemerkbar macht. Bei den rangniedersten Tieren könnte dieser Stressor allerdings - evtl. in Verbindung mit den eher negativen Erfahrungen der Rangordnungskämpfe während der vorangegangenen kurzzeitigen Gruppenhaltung in der Stimulationsbucht - zum Kontrollverlust mit depressivem Verhalten führen.

Dies sind aber alles Spekulationen, deren Abklärung weiterer Untersuchungen bedarf. In diesem Zusammenhang wäre der Vergleich von Sauen, die während des Proöstrus und Östrus dauerhaft im Kastenstand fixiert sind und solchen, die nur zur Durchführung der Besamung fixiert werden und sich ansonsten frei in der Gruppe bewegen können, denkbar. Dies könnte Aufschluss darüber geben, ob die Ermöglichung des von SIGNORET (1971 und 1972) beschriebenen gesteigerten Bewegungs- und Explorationsverhaltens proöstrischer und östrischer Sauen während des Aufenthaltes in der Gruppe eine Belastung durch die starke Einschränkung des normalen Paarungsverhaltens während der für die KB notwendigen Fixierung mindern kann, oder ob die zeitweise Gruppenhaltung eine zusätzliche Belastung - insbesondere für rangniedere Gruppenmitglieder - darstellt und sich negativ auf das Duldungsverhalten auswirkt. Die Untersuchung von WEBER et al. (2006) in 36 schweizerischen Betrieben mit Gruppenhaltung der Sauen im Besamungszeitraum weist zumindest darauf hin, dass sich die Gruppenhaltung positiv auf Östrusbeginn und -erkennung auswirkt, während Aggressionen unter den Sauen in diesem Zyklusstadium keine Rolle spielen.

Einfluss des Standplatzes der Sau

Die Auswertung der Verhaltensparameter in Abhängigkeit vom Standplatz der Sauen zeigt, dass - wenn die Breite des Eberlaufganges ein ungehindertes Umdrehen des Ebers nicht ermöglicht - die Sauen unterschiedlich gut vom Eber stimuliert werden. Dies steht im Einklang mit der in der Literatur empfohlenen Mindestbreite des Eberlaufganges von 1,35/1,40 m, die ein ungehindertes Umdrehen des Ebers im Laufgang und somit eine optimale Stimulation aller Sauen gewährleistet (FELLER, 1999 und 2000 a; PÜTTGEN, 2001). In der vorliegenden Untersuchung konnten bei den Sauen auf den Standplätzen 1 und 2 sowie 5 und 6 deutlich weniger Rüsselscheibenkontakte zum Eber beobachtet werden, als bei den Sauen der kranial zum Eber liegenden Plätze (3, 4, 7 und 8). Diesbezüglich brachte auch der Einsatz eines zweiten Stimulationsebers keine Verbesserung; obwohl Rüsselkontakt zu den Sauen

in den Ständen 1 bzw. 5 möglich war und teilweise auch beobachtet wurde, während der Eber noch vor der Nachbargruppe fixiert war.

Die schlechtere Stimulation der Sauen auf den jeweils kaudal zum Eber befindlichen Standplätzen zeigt sich auch an einer vermehrten Unruhe während der KB. Dabei ist sowohl der Anteil an Sauen, die gar keine Unruhe während der KB zeigen, für diese Plätze bedeutend niedriger, als auch die Häufigkeit der gezeigten Unruhe je besamter Sau höher als bei den Tieren auf den kranial zum Eber liegenden Standplätzen. Der Vergleich zwischen den Besamungen der 1-Eber- mit denen der 2-Eber-Gruppe zeigt, dass durch den Einsatz eines zweiten Stimulierebers insbesondere bei den Sauen auf den Plätzen 1 und 5 sowohl der Anteil an Sauen, die während der Besamung Unruhe zeigen, als auch die Häufigkeit der gezeigten Unruhe je Sau während der KB deutlich reduziert werden kann. Dies belegt, dass - falls die Breite des Eberlaufgangs ein ungehindertes Umdrehen des Ebers verhindert - der Einsatz eines zweiten Ebers während der Besamung die Stimulation der Sauen auf den kaudal zum Eber gelegenen Standplätzen trotz unverändert geringer naso-nasaler Kontakte dieser Sauen zum Eber verbessern kann. Somit lässt sich aus den Untersuchungsergebnissen insbesondere für Betriebe mit schmalen Eberlaufgängen die Empfehlung zum Einsatz von zwei Stimulierebern während der Besamung zur besseren Stimulation der Sauen ableiten.

Einfluss des Besamungszeitpunktes

Die Beurteilung der einzelnen Besamungszeitpunkte der Sauen sowohl nach dem Schema von ENGELS (2001) aufgrund des theoretischen Ovulationszeitpunktes, als auch anhand des Befundes der OD zeigt, dass die Ausprägung des Duldungsreflexes neben anderen bereits erwähnten Faktoren stark vom Zeitpunkt der Besamung in Relation zur Ovulation abhängt. Dies zeigt sich v. a. daran, dass trotz vergleichbarer Anzahlen an Rüsselscheibenkontakten zum Eber erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Unruhe während sowie der Duldung nach der Besamung zwischen zum optimalen Zeitraum besamten Sauen und solchen, bei denen die Besamung außerhalb dieser Zeitspanne erfolgte, beobachtet wurden.

Während der Besamungen, die zu früh oder zu spät relativ zur Ovulation erfolgten, wurde deutlich mehr Unruhe der Sauen beobachtet als während derer, die zum optimalen Zeitpunkt durchgeführt wurden. Insbesondere hgr. Unruhe während der Besamung wurde nur bei einem Viertel der zum optimalen Zeitpunkt erfolgten Besa-

mungen, aber bei der Hälfte aller zu frühen bzw. zu späten Inseminationen beobachtet. Auch die Gesamtdauer der Immobilisation *p.* KB sowie die durchschnittliche Dauer dieser einzelnen Immobilisationsphasen fiel nach Besamungen zum optimalen Zeitpunkt deutlich höher aus als nach zu frühen oder zu späten Besamungen.

Die zusätzlich ermittelten Unterschiede in der durchschnittlichen Anzahl an Stangenbeissen sowie der Verhaltensparametern zur versuchten Kontaktaufnahme zum Eber zwischen zu früh, zu spät und zum optimalen Zeitpunkt besamten Sauen erklären sich hingegen aus den bereits beschriebenen Beobachtungen, dass diese Werte zum Duldungsbeginn hin auf Maximalwerte ansteigen und danach zum Duldungsende hin zunächst langsam und danach rapide wieder abfallen.

Aktivitätsverhalten während der Stallruhezeiten

Während der Stallruhezeiten konnte bei den Sauen im Zeitraum vor dem Duldungsbeginn ein zunehmend häufigeres Aufstehen und Hinlegen sowie eine Zunahme der Gesamtstehdauer beobachtet werden. Dies zeigt, dass die von SIGNORET (1971 und 1972) beschriebene Steigerung der spontanen Bewegungsaktivität am Ende des Proöstrus und während des Östrus auch bei der Haltung der Sauen im Kastenstand noch zum Tragen kommt, wobei sie allerdings durch die Fixation der Sauen auf ein Aufstehen und Hinlegen reduziert wird.

Reproduktionsergebnisse

Die UR für alle Sauen liegt mit 6,17 % leicht über der von SCHNURRBUSCH (2006 und 2007) festgelegten Zielgröße von 5 %. In diesen Wert sind alle belegten Sauen des Untersuchungsbetriebes eingegangen, also auch JS und Problemsauen aus vorherigen Gruppen, die entweder im Zyklus vorher keine Duldung zeigten oder nach der Belegung umrauschten. Die Gruppe der videoüberwachten Sauen besteht hingegen nur aus Altsauen im ersten Zyklus nach dem Absetzen und hat erwartungsgemäß eine niedrigere UR von 4,76 %. Der Vergleich zwischen den beiden Untersuchungsgruppen ergibt eine deutlich niedrigere UR für die Sauen, die während der KB durch die Anwesenheit von zwei Ebern stimuliert wurden. Während in der 1-Eber-Gruppe die UR mit etwa 7 % noch im Normalbereich liegt, erreicht sie bei allen Sauen der 2-Eber-Gruppe 4,84 % und für die videoüberwachten Sauen sogar nur 1,71 %. Der Unterschied in der UR schlägt sich auch in einer Verbesserung der AFR von 92,27 % für die videoüberwachten Sauen der 1-Eber-Gruppe auf 97,41 % durch

die Stimulation mit zwei Ebern nieder. Trotz annähernd gleicher Wurfgrößen beider Untersuchungsgruppen bewirkt die bessere AFR in der 2-Eber-Gruppe eine Erhöhung des Ferkelindex I um 33 mehr GGF je 100 Erstbesamungen und die außerdem höhere ÖR eine Erhöhung des Ferkelindex II auf 66 mehr geborene Ferkel je 100 zur Besamung aufgestellter Sauen. Diese Daten legen den ökonomischen Vorteil, der dem Ferkelerzeugerbetrieb durch die gleichzeitige Stimulation mit zwei Ebern entstehen kann, dar; insbesondere wenn im Betrieb ohnehin mehrere Eber gehalten werden. Auch HILGERS und HÜHN (2009) verweisen darauf, dass die durchschnittliche Anzahl der Leertage je Sau, die insbesondere von der UR bestimmt wird, in einem stärkeren Maße Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines Ferkelerzeugerbetriebes nimmt, als die mittlere Wurfgröße.

Die besseren Werte für UR bzw. Non-return-Rate und TR in der 2-Eber-Gruppe belegen, dass die zusätzliche Stimulation durch den zweiten Eber den Befruchtungserfolg der KB verbessern kann. Interessant ist hierbei die Tatsache, dass die positiven Auswirkungen des zweiten Ebers besonders in der Gruppe der videoüberwachten Sauen (nur AS im ersten Zyklus nach dem Absetzen; ohne JS oder Problemsauen aus vorherigen Besamungsgruppen) zum Tragen kommen. Dies zeigt, dass die zusätzliche Stimulation gerade bei bereits guten Grundbedingungen zu einer nochmaligen Verbesserung der Reproduktionsergebnisse beitragen kann. Berücksichtigt man für die Auswertung nur JS und primipare Sauen, also Tiere mit bekanntermaßen schlechteren Reproduktionsergebnissen, so kann die zusätzliche Stimulation durch den zweiten Eber keine Verbesserung des Befruchtungserfolges bewirken. Im Gegenteil sind die Abferkelergebnisse dieser Tiere in der 2-Eber-Gruppe sogar etwas niedriger als in der 1-Eber-Gruppe, was aber darauf zurückzuführen ist, dass von den 49 tragenden Tieren der 2-Eber-Gruppe eine abortierte und eine vor der Abferkelung getötet wurde, während in der 1-Eber-Gruppe alle 28 tragenden Tiere zur Abferkelung kamen. Ein Erklärungsansatz für die fehlende nachweisbare Verbesserung der Reproduktionsergebnisse bei den Jung- und primiparen Sauen, die durch zwei Eber stimuliert wurden könnte in einer stärkeren Stresseinwirkung auf die jüngeren Tiere durch den zweiten Eber liegen, wie es die Untersuchungen von VAN LUNEN und AHERNE (1987) nahe legen. Bei der Bewertung der vorliegenden Ergebnisse ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass die Untersuchungen nur innerhalb eines Bestandes erfolgten. Da die Reproduktionsleistung von Sauen ein multifaktorielles Geschehen darstellt, sollten weitere Untersuchungen in anderen

Herden die vorliegenden Ergebnisse bestätigen, bevor allgemeingültige Aussagen getroffen werden können.

Die generell niedrigere ÖR bei den primiparen Sauen in der vorliegenden Untersuchung im Vergleich zur ÖR aller untersuchten Sauen (96,88 % vs. 98,36 %) steht im Einklang mit den Beobachtungen von WÄHNER et al. (1988), die einen Anstieg der Östrusrate mit zunehmender Wurfnummer der Sauen beobachteten, was sie zum einen auf eine Stabilisierung der Sexualzyklen älterer Tiere und zum anderen auf den Selektionsprozess im Betrieb zurückführten.

Die Ergebnisse aus der vorliegenden Arbeit zeigen deutlich, dass eine zusätzliche Stimulation durch einen zweiten Eber während der KB bei bereits hohem Leistungsstand und gutem Besamungsmanagement den Besamungserfolg und somit die Leistungsdaten nochmals verbessern kann.

6. Zusammenfassung

In der Schweineproduktion spielt seit längerem die Künstliche Besamung (KB) sowohl in der Zucht als auch in der Ferkelerzeugung eine herausragende Rolle. Bei der Anwendung der KB ist für den Befruchtungserfolg das Besamungsmanagement und hierbei insbesondere die Wahl des richtigen Besamungszeitpunktes sowie die Stimulation der zu besamenden Sauen von großer Bedeutung. Zur sexuellen Stimulation der Sauen während des natürlichen Paarungsverhaltens der Schweine dienen in erster Linie die vom Eber ausgehenden Reize. Diese finden auch bei der Durchführung der KB Anwendung, indem zum einen der Besamungstechniker teilweise auch unter Anwendung verschiedener Besamungshilfen (wie z. B. Besamungsbügel oder Decktaschen) die taktilen Stimuli des Ebers vor und während der KB nachahmt und zum anderen weitere Reize des Ebers (olfaktorische, visuelle und auditive) entweder nachgeahmt werden (Versprühen von Eberpheromonen, Abspielen von Eberlauten, Einsatz von Eberattrappen) oder durch die Anwesenheit eines fertilen Ebers während der KB auf die Sauen einwirken. Dabei erwies sich bereits in zahlreichen Untersuchungen die Anwesenheit eines Ebers im Hinblick auf die Stimulation der Sauen überlegen gegenüber der Anwendung von künstlichen Eberstimuli.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es zu überprüfen, ob die Stimulation der Sauen und davon ausgehend die bei der KB erzielten Reproduktionsergebnisse durch die Anwesenheit von zwei Ebern während der KB nochmals verbessert werden können. Hierzu wurden im Untersuchungsbetrieb während der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraumes vor den Köpfen der zu besamenden Sauen ein Eber und während der zweiten Hälfte zwei Eber nacheinander fixiert. Von allen Sauen ($n = 416$; aufgeteilt auf 33 Besamungsgruppen) wurden durch zweimal tägliche Brunstkontrolle (BK) mit Adspektion des äußeren Genitales und Messung der Körpertemperatur Daten zum Brunstverhalten gewonnen sowie über die Befunde von Umrauschkontrolle und Trächtigkeitsuntersuchungen und anhand der Abferkeldaten die Befruchtungs- und Reproduktionsergebnisse erfasst. Von jeweils acht Sauen pro Besamungsgruppe erfolgte eine Auswertung des Verhaltens während der gesamten Brunstdauer mittels Videoaufzeichnungen, wobei ein besonderes Augenmerk auf das Verhalten während der Brunstkontrollen und insbesondere während der Besamungen gelegt wurde. Von den Sauen der letzten 20 Besamungsgruppen wurden außerdem durch zweimalige ultrasonographische Untersuchung je Zyklus die Ovarbefunde erfasst.

Die ermittelten Daten zum Brunstverhalten belegen eine große individuelle Varianz des Zyklusgeschehens von Sauen. Diese zeigt sich zum einen an starken Unterschieden der Zeitspannen von Absetz-Östrus-Intervall (3,17 bis 7,17 d) und Östrusdauer (12 bis 132 h), die auch schon in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben wurden, und zum anderen an einer großen Varianz der erhobenen Befunde während der adspektorischen sowie der ovaridiagnostischen Untersuchungen der Sauen. Die Ergebnisse verdeutlichen die Wichtigkeit einer gewissenhaften und gründlichen Brunstkontrolle zur Bestimmung des Belegungszeitpunktes, wobei alleinig die Auslösung des Duldungsreflexes beweisend für den Östruseintritt ist. Zusätzliche adspektorische Daten können zwar Hinweise auf den Zyklusstand geben, lassen aber keine Aussagen zum Östrusbeginn oder Ovulationszeitpunkt zu, da sie nur bei einem Teil der untersuchten Sauen beobachtet wurden. Eine maximale Ödematisierung der Vulva bzw. deren Rückgang zeigten nur etwa $\frac{2}{3}$ der Sauen und Vaginalausfluss oder eine verringerte Futteraufnahme wurde nur bei etwa $\frac{1}{4}$ der adspektorischen Untersuchungen beobachtet. Ein zyklusbedingter Einfluss auf die Körperinnentemperatur der Sauen ließ sich nicht nachweisen. Hinsichtlich des Brunstverhaltens wurden keine Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen festgestellt. Ein zunächst ermitteltes kürzeres mittleres A-Ö-I bei den Sauen der 1-Eber-Gruppe (4,2 d vs. 4,5 d) konnte auf einen höheren Anteil an Sauen mit sehr langer Säugezeit in dieser Gruppe zurückgeführt werden. Auch bei der Auswertung der Videoaufzeichnungen zur ethologischen Untersuchung wurden große individuelle Unterschiede in der Anzahl der gezeigten Verhaltensparameter zwischen den einzelnen Sauen beobachtet. Verhaltensparameter, die als versuchte Kontaktaufnahme zum Eber gewertet wurden, konnten während einer etwa 20- bis 50-minütigen Beobachtungszeit zur BK individuell verschieden zwischen etwa 10- und 200-mal je Sau beobachtet werden und das als Übersprungshandlung gewertete Stangenbeißen zeigten einzelne Tiere während dieser Beobachtungszeit bis zu 196-mal, während es von den meisten Sauen gar nicht ausgeführt wurde. Trotz dieser großen Varianz konnten zwischen den Sauen, die durch einen und jenen, die durch zwei Eber stimuliert wurden Unterschiede in der Anzahl verschiedener Verhaltensparameter statistisch gesichert werden. Die Auswertung des Sauenverhaltens zu den KB-Terminen lässt auf eine deutlich bessere Stimulation der Sauen durch den Einsatz von zwei Stimulationsebern schließen. Sauen, die während der Besamung durch die Anwesenheit von zwei Ebern stimuliert wurden, zeigten im Vergleich zur 1-Eber-Gruppe während der Ge-

samtbesamungsdauer der Gruppe höchst signifikant häufiger die als versuchte Kontaktaufnahme zum Eber gewerteten Verhaltensparameter „Rüssel durch Absperrung strecken“ (61-mal vs. 44-mal) und „Blickkontakt zum Eber“ (73-mal vs. 48-mal), sowie auch Rüsselscheibenkontakte zum Eber (28-mal vs. 17-mal). Infolge dessen wurde bei der 2-Eber-Gruppe signifikant weniger Stangenbeißen beobachtet (18-mal vs. 25-mal) und die Tiere zeigten häufiger die für den Duldungsreflex typische Körperhaltung sowie eine bessere Ausprägung des Duldungsreflexes während und nach der Besamung. Bei den Sauen der 2-Eber-Gruppe wurde weniger Unruhe während der KB beobachtet (37,3 % vs. 29,3 %) und sie nahmen nach Beendigung der KB über einen doppelt so langen Zeitraum die für den Duldungsreflex typische Körperhaltung ein als die Tiere der 1-Eber-Gruppe (296 sec vs. 154 sec).

Neben der Anzahl an Stimulierebern wurden auch der Zyklusstand, die Rangposition und der Standplatz der Sauen als Einflussfaktoren auf die mittlere Anzahl einzelner Verhaltensparameter nachgewiesen. Außerdem zeigte sich ein Einfluss des eingesetzten Ebers auf das Verhalten der Sauen. Dieser wird auf Unterschiede im stimulativen Wert verschiedener fertiler Eber zurückgeführt, der durch das Zusammenspiel des Verhaltens und der Attraktivität des Ebers bestimmt wird.

Die aus der Videoauswertung ermittelte bessere Stimulation der Sauen in der 2-Eber-Gruppe im Vergleich zur 1-Eber-Gruppe bewirkte deutlich bessere Reproduktionsergebnisse dieser Tiere mit einer niedrigeren UR (1,71 vs. 7,41 %), höheren TR (98,29 vs. 92,59 %) und AFR (97,41 vs. 92,37 %) und infolge dessen einem besseren Ferkelindex mit 66 mehr gesamt geborenen Ferkeln je 100 zur Besamung aufgestellter Sauen. Aufgrund der Ergebnisse aus der vorliegenden Arbeit kann der Einsatz von zwei Ebern während der KB empfohlen werden; insbesondere für Ferkelerzeugerbetriebe, die ohnehin mehrere Eber halten.

7. Summary

For a long time, artificial insemination (AI) has played a key role in pig production, both in piglet production as well as in breeding. To ensure the success of AI for fertilisation and insemination management, it is of utmost importance to choose the appropriate time for insemination as well as to stimulate the sows. The boar and its stimuli are mainly responsible for arousing the sows during natural mating behaviour. The same stimuli are also used during AI, either by the artificial inseminator, who imitates the tactile stimuli of the boar before or during AI, partially assisted by tools such as an AI belt or AI clip. Alternatively, other boar stimuli (olfactoric, visual and auditive) can be used, which act on the sows by either imitating the boar (e.g., by atomising boar pheromones, by playing back boar sounds, or by using boar dummies). It is also possible to stimulate sows through the presence of a fertile boar. In this context, multiple studies in the past have shown that the presence of the boar is superior to using artificial boar stimuli.

The aim of the present study was hence to determine if stimulation of the sows, and therefore the success of AI could be enhanced even further by the presence of two boars during AI. To investigate this hypothesis, in the first half of the study period a single boar was positioned in front of the heads of the sows which were to be inseminated. During the second half two boars were placed in front of the sows, one after the other. To collect heat behaviour data, twice a day heat detection was executed for all sows ($n = 416$, distributed in 33 insemination groups), including adspsection of the outer genital and measuring body temperature. In addition, results of return-to-estrus detection, pregnancy detection and farrowing data allowed us to obtain fertilisation and reproduction results. The behaviour was analysed for 8 sows per insemination group using video recording during the entire heat duration. Special attention was given to the behaviour during heat detection and, herein in particular during inseminations. In addition, all sows of 20 insemination groups underwent double ultrasonographic ovary control within the heat cycle and corresponding data were collected.

Data show a big individual variance in heat cycle events. On the one hand, this can be evidenced by a remarkable difference in the time span of weaning-to-estrus interval (3.17 to 7.17 d) and duration of estrus (12 to 132 h), which both have been described in various publications. On the other hand, this becomes apparent in the big variance of the findings during adspsectoric and ultrasonic examinations of the

sows. The results demonstrate the importance that heat detection must occur with precision and must be conducted thoroughly if the time for insemination is to be determined. Herein, only a positive standing heat reflex is evidential for the onset of heat. Additional adsectoric data may provide evidence for status of heat cycle, but do not allow predicting the onset of heat or the time of ovulation because these data differed widely in between the sows and some adsectoric signs could only be detected in few animals. Maximum edematisation of the vulva respectively its decrease was only shown by two thirds of the sows; vaginal discharge or reduced feed intake was only being detected in a quarter of the adsectoric examinations. Influence on internal body temperature due to heat cycle could not be demonstrated. Regarding heat behaviour, no differences were determined between the two groups used in this study. The initially detected shorter weaning to estrus interval for the sows from the 1-boar-group (4.2 d vs. 4.5 d) can be explained by the bigger share of sows with very long suckling periods within this group.

In addition, findings of the video recording for ethological analysis revealed significant individual differences in numbers of displayed behavioural parameters among the sows. Behavioural parameters, which can be interpreted as an attempt to approach the boar, were recorded between 10 and 200 times during the time of monitoring, which ranged from 20 to 50 minutes during heat detection. Few animals were observed to bite the cage bars, which can be interpreted as a displacement activity, up to 196 times within one heat detection; most of the sows, however, did not show this behaviour at all. Despite this significant variance, differences between sows that were stimulated by one boar and sows that were stimulated by two boars could be proven statistically. The analysis of the sows' behaviour during insemination concludes that a significantly better stimulation can be achieved by using two boars for stimulation. Compared to sows which were stimulated by a single boar, sows which were stimulated by two boars during insemination showed more frequently behavioural parameters that clearly indicated an attempt to approach the boar. These included 'stretching muzzle through fence' (61 vs. 44 times), 'visually contacting the boar' (73 vs. 48 times) and 'nose to nose contact' (28 vs. 17 times). These differences between the one-boar and two-boar groups are statistically significant. As a consequence, bar biting was recorded less frequently (18 vs. 25 times) in the two-boar group. The animals also showed the typical standing heat response more often and more intense during and after insemination. For the sows from the two-boar

group, agitation was observed less frequently (37.3 vs. 29.3 %). Right after AI these sows also demonstrated standing heat response for approximately twice as long (296 sec vs. 154 sec).

In addition to the number of stimulating boars, current heat cycle status, ranking position and housing position of the sows were identified as key factors influencing the average number of behavioural patterns. Furthermore, the used boars individually influenced sows' behaviour. This influence can be traced back to differences within stimulative quality among the different fertile boars, which are based on the interaction of behaviour and attractiveness of the boar.

The improved stimulation of sows from the two-boar group, which was detected in this study, lead to distinctly improved results in the reproduction data for these animals with a lower return-to-estrus rate (1.71 vs. 7.41 %), higher pregnancy rate (98.29 vs. 92.59 %) and higher farrowing rate (97.41 vs. 92.37 %) and hence to an enhanced piglet index of 66 additionally born piglets per 100 sows lined up for insemination. Based on the findings of this study, it is recommended to use two boars during AI, especially for piglet producing farms that already keep more than one boar.

8. Literaturverzeichnis

AHRENS, M. und W. SCHLEGEL (1975):

Möglichkeiten zur Überlagerung von Laktation und Trächtigkeit mit Hilfe gonadotroper Hormone.

Monatshefte für Veterinärmedizin **30**, 736-739

ALLRICH, R. D., TILTON, J. E., JOHNSON, J. N., SLANGER, W. D. und M. J. MARCHELLO (1979):

Effect of Lactation Length and Fasting on Various Reproductive Phenomena of Sows.

Journal of Animal Science **48**, 359-362

ANDERSON, L. L. (1980):

Reproductive cycles. Pigs.

In: HAFEZ, E.S.E. (Eds.): Reproduction in farm animals.

Lea & Febiger, Philadelphia, 4. Auflage, S. 358-386

AUMÜLLER, R. (2000):

So "funktioniert" die Fruchtbarkeit.

In: top agrar, Das Magazin für moderne Landwirtschaft: Fruchtbarkeit im Sauenstall.

Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, S. 18-22

AUSTIN, C. R. (1952):

The „Capacitation“ of the Mammalian Sperm.

Nature **107**, 326

BAIER, W. und I. RÜSSE (1965):

Über Störungen der Embryonal- und Foetalentwicklung beim Schwein.

Wiener tierärztliche Monatsschrift **52**, 312-324

BAKER, R. D. und A. A. DEGEN (1972):

Transport of live and dead boar spermatozoa within the reproductive tract of gilts.

Journal of Reproduction and Fertility, **28**, 369-377

BAKER, R. D., DZIUK, P. J. und H. W. NORTON (1968):

Effect of Volume of Semen, Number of Sperm and Drugs on Transport of Sperm in Artificially Inseminated Gilts.

Journal of Animal Science **27**, 88-93

BARTH, U., HOLZMANN, A. und K. ARBEITER (1992):

Vergleich verschiedener Untersuchungsmethoden zum Graviditätsnachweis beim Schwein.

Reproduction in Domestic Animals **27** (4), 198

BAUER, J. (2005):

Untersuchungen zur Gruppenbildung von Sauen unter Verhaltens-, Gesundheits- und Leistungsaspekten.

Inaugural-Dissertation, Universität Gießen.

- BAZER, F. W., VALLET, J. L., ROBERTS, R. M., SHARP, D. C. und W. W. THATCHER (1986):
Role of conceptus secretory products in establishment of pregnancy.
Journal of Reproduction and Fertility, **76**, 841-850
- BEDDIES, M. und U. HÜHN (2001):
Der Einfluss zoo- und biotechnischer Stimulationsmaßnahmen auf die Besamungsergebnisse.
7. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tagungsband 2001, 79-83
- BEHAN, J. R. und P. F. WATSON (2005):
The effect of managed boar contact in the post-weaning period on the subsequent fertility and fecundity of sows.
Animal Reproduction Science **88**, 319-324
- BERTANI, G. R., SCHEID, I. R., FIALHO, F. B., RUBIN, M. I. B., WENTZ, I. und P. B. D. GONCALVES (1996):
Perioviulatory insemination with fresh or frozen semen on embryo viability and early pregnancy rate in gilts.
Reproduction in Domestic Animals **31**, 307-308
- BILKEI, G. (1996):
Krankheiten des Urogenitaltraktes der Sau.
In: BILKEI, G., Sauen-Management.
Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 85-91
- BILKEI, G. und O. BIRO (1998):
Erfahrungen mit dem getrennten Frühabsetzen (Segregated Early Weaning, SEW) der Schweine.
Berliner und Münchner tierärztliche Wochenschrift **111**, 326-331
- BLANDAU, R. J. und P. GADDUM-ROSSE (1974):
Mechanism of sperm transport in pig oviducts.
Fertility and Sterility **25**, 61-62
- BOLLWAHN, W. (1992):
Fortpflanzung.
In: GLODEK, P. (Hrsg.): Schweinezucht - Grundlagen der Schweinezucht.
Eugen Ulmer Verlag GmbH & Co., Stuttgart, 9. Auflage, S. 149-178
- BOOTH, W. D. (1984):
Sexual dimorphism involving steroidal pheromones and their binding protein in the submaxillary salivary gland of the Göttingen miniature pig.
Journal of Endocrinology **100**, 195-202
- BOOTH, W. D. (1987):
A note on the influence of a Göttingen miniature boar on puberty attainment in Large White gilts.
Animal Production **44**, 165-168

- BORBERG, A. C. (2008):
Analyse der agonistischen Interaktionen bei der Gruppierung von Sauen mit oder ohne Eber.
Inaugural-Dissertation, Universität Gießen.
- BOSTEDT, H. (1980):
Zur Therapie und Prophylaxe von Fortpflanzungsstörungen beim Schwein.
Der praktische Tierarzt collegium veterinarium XI **62**, 84-88
- BOSTEDT, H. (1988):
Ovarielle Imbalancen beim Schwein.
Tierärztliche Praxis Supplement **3**, 66-71
- BOSTEDT, H. (1993):
Anwendungsbeispiele für Sonographie in der Gynäkologie, Geburtshilfe, Neonatologie und Andrologie.
Tierärztliche Praxis Sonderheft, 47-52
- BOSTEDT, H. (2009):
Fruchtbarkeitskontrolle beim Schwein – weibliches Schwein.
In: BUSCH, W. und K. ZEROBIN:
Fruchtbarkeitskontrolle bei Groß- und Kleintieren.
Studien-Sonderausgabe der 1. Auflage
Enke Verlag, Stuttgart, S. 244-270
- BOTERO, O., MARTINAT-BOTTÉ, F. und F. BARITEAU (1986):
Use of ultrasound scanning in swine for detection of pregnancy and some pathological conditions.
Theriogenology **26**, 267-278
- BROOKS, P. H. und D. J. A. COLE (1970):
The effect of the presence of a boar on attainment of puberty in gilts.
Journal of Reproduction and Fertility, **23**, 435-440
- BRÜNINGHOFF, J. (2002):
So optimieren Sie das Beleg-Management.
Top agrar **5**, 18-21
- BRÜSSOW, K.-P. (2001):
Physiologische Grundlagen der Befruchtung beim Schwein.
7. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tagungsband, 33-39
- BRÜSSOW, K.-P. (2005):
Physiologische Grundlagen der Befruchtung beim Schwein.
4. Haupttagung der AVA "Fruchtbarkeit im Rinder- und Schweinebestand", 18. - 20. Februar 2005, Tagungsband, 136-141
- BUSCH, B. (2007):
Untersuchungen zur postpartalen Involution und Regeneration des Reproduktionstraktes beim Schwein.
Inaugural-Dissertation, Universität Gießen.

- BUSCH, B., BOSTEDT, H. und S. HOY (2004):
Investigation on the course of puerperium in pigs.
Wiener tierärztliche Monatsschrift **91**, Supplement 2, 14
- BUSCH, W. (2009):
Reproduktionsorganisation beim Schwein.
In: BUSCH, W. und K. ZEROBIN:
Fruchtbarkeitskontrolle bei Groß- und Kleintieren.
Studien-Sonderausgabe der 1. Auflage
Enke Verlag, Stuttgart, S. 228-296
- BUSCH, W. und D. WABERSKI (2007):
Entwicklung der Künstlichen Besamung.
In: BUSCH, W. und D. WABERSKI:
Künstliche Besamung bei Haus- und Nutztieren.
Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 1-3
- BÜCHLMANN, E. (1950):
Das sexuelle Verhalten der Rinder.
Wiener tierärztliche Monatsschrift **37**, 153-156 und 225-230
- CARTEE, R. E., POWE, T. A. und R. L. AYER (1985):
Ultrasonographic detection of pregnancy in sows.
Modern veterinary Practice **66**, 23-26
- CLARK, L. K., SCHINCKEL, A. P., SINGLETON, W. L., EINSTEIN, M. E. und
R. F. TECLAW (1989):
Use of farrowing rate as a measure of fertility of boars.
Journal of the American Veterinary Medical Association **194**, 239-242
- CLAUS, R. (1979):
Pheromone bei Säugetieren unter besonderer Berücksichtigung des
Ebergeruchsstoffes und seiner Beziehung zu anderen Hodensteroiden.
Fortschr. Tierphysiologie und Tierernährung **Beiheft 10**
Paul Parey, Hamburg-Berlin 1979, S. 1-136
- CLAUS, R. (1989):
Oestrogens of the Boar: Effects on Male and Female Reproductive Functions.
In: HOLSTEIN, A. F., VOIGT, K. D. und D. GRÄSSLIN (Eds.): Reproductive
Biology and Medicine. Diesbach Verl., Berlin, S. 136-147
- CLAUS, R. (1990):
Physiological role of seminal components in the reproductive tract of the female
pig.
Journal of Reproduction and Fertility, **40**, 117-131
- CLAUS, R. (1994):
Pheromone.
In: DÖCKE F. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Endokrinologie.
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 691-712

CLAUS, R. und D. SCHAMS (1990):

Influence of mating and intra-uterine oestradiol infusion on peripheral oxytocin concentrations in the sow.

Journal of Endocrinology **126**, 361-365

CLAUS, R., HOANG-VU, C., ELLENDORFF, F., MEYER, H. D., SCHOPPER, D. und U. WEILER (1987):

Seminal oestrogens in the boar: origin and function in the sow.

Journal of Steroid Biochemistry **27**, 331-335

CLAUS, R., ELLENDORFF, F. und C. HOANG-VU (1989):

Spontaneous electromyographic activity throughout the cycle in the sow and its change by intrauterine oestrogen infusion during oestrus.

Journal of Reproduction and Fertility, **87**, 543-551

CLAUS, R., MEYER, H.-D., GIMÉNEZ, T., HOANG-VU, C. und E. MÜNSTER (1990):
Effect of seminal oestrogens of the boar on prostaglandin F_{2α} release from the uterus in the sow.

Animal Reproduction Science **23**, 145-156

COOPER, K. J. und N. B. HAYNES (1967):

Modification of the oestrus cycle of the under-fed rat associated with the presence of the male.

Journal of Reproduction and Fertility **14**, 317-320

CORRÊA, M. N., LUCIA, Jr. T., AFONSO, J. A.B. und J. C. DESCHAMPS (2002):

Reproductive performance of early-weaned female swine according to their estrus profile and frequency of artificial insemination.

Theriogenology **58**, 103-112

CRIGHTON, D. B. (1970):

Induction of pregnancy during lactation in the sow.

Journal of Reproduction and Fertility **22**, 223-231

DAGUET, M.-C. (1979):

Increase of follicle cell LH binding and changes in the LH level in the follicular fluid during the preovulatory period in the sow.

Annales de biologie animale, biochimie, biophysique **19**, 1655-1667

DALIN, A.-M., KAEOKET, K. und E. PERSSON (2004):

Immune cell infiltration of normal and impaired sow endometrium.

Animal Reproduction Science **82-83**, 401-413

DANTZER, V. (1985):

Electron microscopy of the initial stages of placentation in the pig.

Anatomy and Embryology **172**, 281-293

DE RENSIS, F., BIGLIARDI, E., PARMIGIANI, E. und A. E. PETERS (2000):

Early diagnosis of pregnancy in sows by ultrasound evaluation of embryo development and uterine echotexture.

Veterinary Record **2**, 267-270

- DE WINTER, P. J. J., VERDONCK, M., DE KRUIF, A., CORYN, M., DELUYKER, H. A., DEVRIESE, L. A. und F. HAESEBROUCK (1996):
The relationship between the blood progesterone concentration at early metoestrus and uterine infection in the sow.
Animal Reproduction Science **41**, 51-59
- DÖCKE, F. (1980):
Intraovarielle Regulationsprozesse im Zyklus.
Monatshefte für Veterinärmedizin **35**, 829-833
- DÖCKE, F. (1994):
Veterinärmedizinische Endokrinologie.
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- DYCK, G. W. (1988 a):
Factors influencing sexual maturation, puberty and reproductive efficiency in the gilt.
Canadian Journal of Animal Science **68**, 1-13
- DYCK, G. W. (1988 b):
The effect of housing facilities and boar exposure after weaning on the incidence of postlactational anestrus in primiparous sows.
Canadian Journal of Animal Science **68**, 983-985
- DZIUK, P. J., POLGE, C. und L. E. ROWSON (1964):
Intra-Uterine Migration and Mixing of Embryos in Swine Following Egg Transfer.
Journal of Animal Science **23**, 37-42
- EDWARDS, S. (1982):
The endocrinology of the post-partum sow.
In: COLE, D. J. A. und G. R. FOXCROFT (Eds.): *Control of Pig Reproduction*.
Butterworth scientific, London, S. 439-458
- EDWARDS, S. und E. BAXTER (2012):
Producing 2 Tonnes of Pigs per Sow.
Banff Pork Seminar, Kanada
- EINARSSON, S. (1980):
Site transport and fate of inseminated semen.
9th Intern. Congr. on Anim. Reprod., Madrid: Bd. I, 147-158
- EINARSSON, S., VIRING, S. und J. O. LINDELL (1975):
The effect of prostaglandin F_{2α} and oxytocin on porcine myometrium in vitro.
Zuchthygiene **10**, 135-139
- ELLENDORFF, F. (1982):
Trächtigkeit und Geburt.
Züchtungskunde **54** (5), 339-343

- ELSAESSER, F. (1982):
Endokrinologie des Zyklus, der Ovulation und des Laktationsanöstrus beim Schwein.
Züchtungskunde, **54** (5), 333-338
- ELZE, K., JACOB, D., UECKER, B. und P. RICHTER (1987):
Verlauf der Blastogenese in bezug auf die embryonale Mortalität beim Schwein.
Monatshefte für Veterinärmedizin **42**, 543-545
- ENGEL, S. (2006):
Untersuchungen zur Eignung einer neuen GnRH-Variante zur Brunstinduktion bei pluriparen Sauen.
Inaugural-Dissertation, Universität Leipzig.
- ENGELS, A. (2001):
Systematische Analyse von Betriebsdaten zur Beurteilung von Reproduktionsleistungen und Managementeinflüssen in Ferkelerzeugerbetrieben mit Hilfe des Sauenplaners.
Inaugural-Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- FELLER, B. (1999):
So gelingt der Umbau zum Profideckstall.
Top agrar **12**, 20-23
- FELLER, B. (2000 a):
Gezielt stimulieren im Profi-Deckstall.
In: top agrar, Das Magazin für moderne Landwirtschaft: Fruchtbarkeit im Sauenstall.
Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, S. 82-86
- FELLER, B. (2000 b):
Im Deckzentrum für optimales Klima sorgen.
In: top agrar, Das Magazin für moderne Landwirtschaft: Fruchtbarkeit im Sauenstall.
Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, S. 88-91
- FLÉCHON, J. E. und R. F. H. HUNTER (1981):
Distribution of spermatozoa in the utero-tubal and their relationship with the luminal epithelium after mating: A scanning electron microscope study.
Tissue and Cells **13**, 127-139
- FOXCROFT, G. R. und D. F. M. VAN DE WEIL (1982):
Endocrine control of the oestrus cycle.
In: COLE, D. J. A. und G. R. FOXCROFT (Eds.): Control of Pig Reproduction.
Butterworth scientific, London, S. 161-177
- FRÄDRICH, H. (1980):
Schweine und Pekariss.
In: GRZIMEK, B. (Hrsg.): Grzimeks Tierleben, Band 13, Säugetiere 4.
Lizenzausgabe für Weltbild Verlag, Augsburg, 2000, S. 74-103

- FRASER, A. (1978):
Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- FRASER, A. F., NAGARATNAM, V. und R. B. CALLICOTT (1971):
The Comprehensive Use of Doppler Ultra-sound in Farm Animal Reproduction.
Veterinary Record **88**, 202-205
- FRAUENHOLZ, J., KÄHN, W. und W. LEIDL (1989):
Ein Vergleich zwischen der transrektalen und transkutanen Sonographie zur
Trächtigkeitsdiagnose beim Schwein.
Monatshefte für Veterinärmedizin **44**, 425-430
- GATZKA, E. M., SCHULZ, K. und J. INGWERSEN (2011):
Zahlen aus der deutschen Schweineproduktion 2010.
Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e. V. (ZDS), Bonn
- GERRITSEN, R., LANGENDIJK, P., SOEDE, N. und B. KEMP (2005):
Effects of artificial boar stimuli on the expression of oestrus in sows.
Applied Animal Behaviour Science **92**, 37-43
- GOWER, D. B. (1972):
16-Unsaturated C₁₉ steroids. A review of their chemistry, biochemistry and
possible physiological role.
The Journal of Steroid Biochemistry **3**, 45-103
- GRAUVOGEL, A. (1958):
Über das Verhalten des Hausschweines mit besonderer Berücksichtigung des
Fortpflanzungsverhaltens.
Inaugural-Dissertation, Freie Universität Berlin.
- GREEN, W. W. und L. M. WINTER (1946):
Cleavage and attachment stages of the pig.
Journal of Morphology **78**, 305-316
- HABERMEHL, K.-H. (1996):
Haut und Hautorgane des Schweines.
In: NICKEL, R., SCHUMMER, A. und E. SEIFERLE:
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.
Parey Buchverlag, Berlin, 3. überarbeitete Auflage, S. 508-515
- HAFEZ, E. S. E. (1980):
Transport and Survival of Gametes.
In: HAFEZ, E.S.E. (Eds.): Reproduction in farm animals.
Lea & Febiger, Philadelphia, 4. Auflage, S. 203-225
- HAFEZ, E. S. E., SUMPTION, L. J. und J. S. JAKWAY (1962):
The behaviour of swine.
In: HAFEZ, E.S.E. (Eds.): The behaviour of domestic animals.
Baillière, Tindall & Cox LTD, S. 334-369

- HANCOCK, J. L. (1959):
Polyspermy of pig ova.
Animal Production **1**, 103-106
- HANCOCK, J. L. (1961):
Fertilization in the pig.
Journal of Reproduction and Fertility **2**, 307-331
- HEINZE, A. (2005):
Optimales Besamungsmanagement bei Sauen.
Züchtungskunde, **77**, 171-180
- HEMSWORTH, P. H. (1982):
Social environment and reproduction.
In: COLE, D. J. A. und G. R. FOXCROFT (Eds.): Control of Pig Reproduction.
Butterworth scientific, London, S. 585-601
- HEMSWORTH, P. H. und J. L. BARNETT (1990):
Behavioural responses affecting gilt and sow reproduction.
Journal of Reproduction and Fertility. Supplement **40**, 343-354
- HEMSWORTH, P. H., BEILHARZ, R. G. und W. J. BROWN (1978):
The importance of the courting behaviour of the boar on the success of natural and artificial matings.
Applied Animal Ethology **4**, 341-347
- HEMSWORTH, P. H., WINFIELD, C. G., TILBROOK, A. J., HANSEN, C. und J. L. BARNETT (1988):
Habituation to Boar Stimuli: Possible Mechanism Responsible for the Reduced Detection Rate of Oestrus Gilts Housed Adjacent to Boars.
Applied Animal Behaviour Science **19**, 255-264
- HEMSWORTH, P. H., HANSEN, C., COLEMAN, G. J. und E. JONGMAN (1991):
The influence of conditions at the time of mating on reproduction in commercial pigs.
Applied Animal Behaviour Science **30**, 273-285
- HENNE I. (1991):
Körpertemperaturen von Jungsauen im ovulationsnahen Zeitraum.
Monatshefte für Veterinärmedizin **46** (1991): 674-676
- HENRY, S. P. und P. M. STEPHENS (1977):
Stress, Health and Social Environment: A Sociobiological Approach to Medicine.
(Topics in environmental physiology and medicine).
Springer Verlag, New York, S. 1-282
- HILGERS, J und U. HÜHN (2009):
Weniger Umrauscher sind gewinnbringend.
Landwirtschaftliches Wochenblatt **24**, 9-11

- HILLYER, G. M. (1976):
An investigation using a synthetic porcine pheromone and the effect on days from weaning to conception.
Veterinary Record **98**, 93-94
- HINRICHSEN-KOHANE, A. C., HINRICHSEN, M. J. und W.-B. SCHILL (1984):
Molecular Events Leading to Fertilization - A Review.
Andrologia **16**, 321-341
- HODGSON, R. E. (1935):
An eight generation experiment in inbreeding swine.
The Journal of Heredity **26**, 209-217
- HOFFMANN, B. (1994):
Gravidität, Geburt, Puerperium.
In: DÖCKE F. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Endokrinologie.
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 509-54
- HOY, S. (1998):
Nutzung der Infrarot-Videotechnik in der angewandten Nutztierethologie.
Tierärztliche Umschau **53**, 554-559
- HOY, S. (2004):
Ein Besamungsstall für Profis.
dlz **7**, 98-101
- HOY, S. (2006):
Ein Besamungsstall für Profis.
dlz Sonderheft **18**, 28-31
- HOY, S. (2007):
Besamungs-Monitoring deckt Reserven auf.
Schweinezeitung und Schweinemast **1**, 42-45
- HOY, S. (2009 a):
Verhalten der Schweine.
In: HOY, S. (Hrsg.): Nutztierethologie.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 105-139
- HOY, S. (2009 b):
Alles raus – alles rein. Entwicklungstrends in der Schweinehaltung.
Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung **9**, 350- 352
- HOY, S. (2010):
Tierhaltungsaspekte der Tiergesundheit. Gruppenbildung von Sauen.
In: BREDE, W., BLAHA, T. und S. HOY (Hrsg.): Tiergesundheit Schwein.
DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, S. 140-166

- HOY, S., BAUER, J., BORBERG, C. und C. WEIRICH (2008):
Zu den Auswirkungen der Rangposition auf die Fruchtbarkeitsleistungen von Sauen.
Archiv für Tierzucht **51**, 351-358
- HUGHES, P. E., HEMSWORTH, P. H. und C. HANSEN (1985):
The effects of supplementary olfactory and auditory stimuli on the stimulus value and mating success of the young boar.
Applied Animal Behavior Science **14**, 245-252
- HUGHES, P. E., PEARCE, G. P. und A. M. PATERSON (1990):
Mechanisms mediating the stimulatory effect of the boar on gilt reproduction.
Journal of Reproduction and Fertility. Supplement **40**, 323-341
- HÜHN, U. (2003):
Duldungsorientierte Besamung.
Nutztierpraxis aktuell 4/2003
- HÜHN, U. (2005 a):
Besamungsmanagement in der Sauenhaltung.
Veterinär Spiegel **1**, 28-30
- HÜHN, U. (2005 b):
Aktuelles zum Reproduktionsgeschehen in der Sauenhaltung.
Tierärztliche Praxis, Ausgabe G, Großtiere/Nutztiere **33**, 125-133
- HÜHN, U. (2006):
Die Sauen zum richtigen Zeitpunkt besamen.
dlz Sonderheft **18**, 78-83
- HÜHN, U. (2007):
Damit die abgesetzten Sauen pünktlich rauschen.
dlz **3**, 138-143
- HÜHN, U. und U. SÖHNHOLZ (1999):
Doppelt besamt hält besser.
Bauernzeitung **50**, 38-39
- HUNTER, M. G., ROBINSON, R. S., MANN, G. E. und R. WEBB (2004):
Endocrine and paracrine control of follicular development and ovulation rate in farm species.
Animal Reproduction Science **82-83**, 461-477
- HUNTER, R. H. F. (1967):
Effect of aging eggs on embryonic survival in pigs.
Journal of Animal Science **26**, 945
- HUNTER, R. F. H. (1977):
Physiological factors influencing ovulation, fertilisation, early embryonic development and establishment of pregnancy in pigs.
The British Veterinary Journal **133**, 461-470

- HUNTER, R. H. F. (1981):
Sperm transport and reservoirs in the pig oviduct in relation to the time of ovulation.
Journal of Reproduction and Fertility, **63**, 109-117
- HUNTER, R. H. F. (1982):
Interrelationships between spermatozoa, the female reproductive tract and egg investments.
In: COLE, D. J. A. und G. R. FOXCROFT (Eds.): Control of Pig Reproduction.
Butterworth scientific, London, S. 49-63
- HUNTER, R. H. F. (1984):
Pre-ovulatory arrest and peri-ovulatory redistribution of competent spermatozoa in the isthmus of the pig oviduct.
Journal of Reproduction and Fertility **72**, 203-211
- HUNTER, R. F. H. (1986):
Transport, sequestration and activation of spermatozoa in relation to the time of ovulation in farm animals.
World Review of Animal Production **22** (4), 85-89
- HUNTER, R. H. F. (1990):
Fertilization of pig eggs *in vivo* and *in vitro*.
Journal of Reproduction and Fertility. Supplement **40**, 211-226
- HUNTER, R. H. F. (1991):
Oviduct Function in Pigs, With Particular Reference to the Pathological Conditions of Polyspermy.
Molecular Reproduction and Development **29**, 385-391
- HUNTER, R. H. F. und P. C. LEGLISE (1971):
Polyspermic fertilization following tubal surgery in pigs, with particular reference to the role of the isthmus.
Journal of Reproduction and Fertility **24**, 233-246
- HUNTER, R. H. F. und R. NICHOL (1986):
A preovulatory temperature gradient between the isthmus and ampulla of pig oviducts during the phase of sperm storage.
Journal of Reproduction and Fertility **77**, 599-606
- HUNTER, R. H. F., FLÉCHON, B. und J. E. FLÉCHON (1987):
Pre- and peri-ovulatory distribution of viable spermatozoa in the pig oviduct: A scanning electron microscope study.
Tissue and Cells **19**, 423-436
- INABA, T., NAKAZIMA, Y., MATSUI, N. und T. IMORI (1983):
Early pregnancy diagnosis in sows by ultrasonic linear electronic scanning.
Theriogenology **20**, 97-101

- JÖCHLE, W. (1975):
Current research in coitus-induced ovulation: a review.
Journal of Reproduction and Fertility. Supplement **22**, 165-207
- JÖCHLE, W. und D. R. LAMOND (1980):
Control of Reproductive Functions in Domestic Animals.
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1. Auflage
- JONGMAN, E. C., HEMSWORTH, P. H. und D. B. GALLOWAY (1996):
The influence of conditions at the time of mating on the sexual behaviour of male and female pigs.
Applied Animal Behaviour Science **48**, 143-150
- JUNG, H. (1965):
Zur Physiologie und Klinik der hormonalen Uterusregulation.
Fortschritte der Geburtshilfe und Gynäkologie **22**
- JUNGE-WENTRUP, S. und W. HOLZ (1985):
Vaginaltemperatur bei Rind und Schwein unter besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehung zum Sexualzyklus.
Zuchthygiene **20** (3), 138
- KAEOKET, K., PERSSON, E. und A.-M. DALIN (2002):
The sow endometrium at different stages of the oestrus cycle: studies on morphological changes and infiltration by cells of the immune system.
Animal Reproduction Science **65**, 95-114
Corrigendum M & M: Animal Reproduction Science 2002; **73**, 89-107
- KAEOKET, K., PERSSON, E. und A.-M. DALIN (2003):
Influence of Post-ovulatory Insemination on Sperm Distribution, Pregnancy and the Infiltration by Cells of the Immune System, and the Distribution of CD2, CD4, CD8 and MHC Class II Expressing Cells in the Sow Endometrium.
Journal of Veterinary Medicine.
A. Physiology, Pathology, Clinical Medicine **50**, 169-178
- KAEOKET, K., TANTASUPARUK, W. und A. KUNAVONGKRIT (2005):
The Effect of Post-ovulatory Insemination on the Subsequent Embryonic Loss, Oestrus Cycle Length and Vaginal Discharge in Sows.
Reproduction in Domestic Animals **40**, 492-494
- KÄHN, W. (1991):
Die Ultraschalldiagnostik beim Schwein.
In: KÄHN, W.: Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik; gynäkologische Untersuchung und Reproduktion; Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Hund, Katze.
Hannover; Schlütersche Verlagsanstalt, S. 212-224
- KARLBOM, I. (1982):
Attainment of puberty in female pigs: influence of boar stimulation.
Animal Reproduction Science **4**, 313-319

- KARLSON, P. (1960):
Pheromones.
Ergebnisse der Biologie **22**, 212-225
- KARLSON, P. und M. LÜSCHER (1959):
„Pheromones“: a New Term for a Class of Biologically Active Substances.
Nature **183**, 55-56
- KAUFFOLD, J. (2004):
Technik; Bewertung und Ökonomie der Eierstock-, Trächtigkeits- und Uterus-
Ultraschall Diagnostik.
Tierärztliche Praxis, Ausgabe G, Großtiere/Nutztiere **32**, 108-109
- KAUFFOLD, J. (2006):
Die sonographische Untersuchung der Sau: Aktuelles zur Graviditätsdiagnostik
und Biosicherheit.
Vortragsband zum bpt-Kongress 2006, 69-72
- KAUFFOLD, J. und A. RICHTER (1996):
Ultrasonographische Ovar- und Trächtigkeitsdiagnose bei Sauen.
Tagungsband. 2. Bernburger Biotechnik-Workshop, 3-50
- KAUFFOLD, J. und A. RICHTER (1997):
Two years of ultrasonography in swine gynaecology - experiences.
Reproduction in Domestic Animals **32**, 11
- KAUFFOLD, J. und A. RICHTER (1998):
Bietet die sonographische Ovardiagnostik beim Schwein dem Praktiker neue
Möglichkeiten der Fertilitätsdiagnostik?
In: Arbeitskreis Großtierpraxis (Hrsg.):
Fruchtbarkeitsmanagement bei Rind und Schwein,
VAV. Verlag für Agrarwissenschaften und Veterinärmedizin, Dannenberg, 57-60
- KAUFFOLD, J., SCHNURRBUSCH, U. und A. RICHTER (1995):
Duldungsverhalten und sonographisch kontrollierter Ovulationszeitpunkt von
Jungsaunen nach Ovulationssynchronisation mit dem Progestagen Altrenogest,
PMSG und hCG.
Reproduction in Domestic Animals. Supplement **3**, 75
- KAUFFOLD, J., RICHTER, A. und A. SOBIRAJ (1997 a):
Ergebnisse und Erfahrungen in der zweijährigen Untersuchungstätigkeit im
Rahmen der sonographischen Trächtigkeitskontrolle bei Sauen zu
unterschiedlichen Graviditätstagen.
Tierärztliche Praxis, Ausgabe G, Großtiere/Nutztiere **25**, 429-437
- KAUFFOLD, J., RICHTER, A. und A. SOBIRAJ (1997 b):
Ist der Ultraschall zur Eierstocksuntersuchung geeignet?
Schweinezucht und Schweinemast **2**, 34-37

KAUFFOLD, J., RICHTER, A., RAUTENBERG, T. und A. SOBIRAJ (2004 a):
Die ultrasonographische Trächtigkeitsuntersuchung beim Schwein.
Tierärztliche Praxis, Ausgabe G, Großtiere/Nutztiere **32**, 32-39

KAUFFOLD, J., RAUTENBERG, T., GUTJAHR, S., RICHTER, A. und A. SOBIRAJ (2004 b):
Ultrasonographic characterization of the ovaries in non-pregnant first served sows and gilts.
Theriogenology **61**, 1407-1417

KAUFFOLD, J., RAUTENBERG, T., HOFFMANN, G., BEYNON, N., SCHELLENBERG, I. und A. SOBIRAJ (2005 a):
A field study into the appropriateness of transcutaneous ultrasonography in the diagnosis of uterine disorders in reproductively failed pigs.
Theriogenology **64**, 1546-1558

KAUFFOLD, J., RICHTER, A. und A. SOBIRAJ (2005 b):
Untersuchungen zur Eignung des ultrasonographisch ermittelten Uterusgewichtes und der uterinen Echotextur zur Prognose der Fertilität beim weiblichen Schwein.
Tierärztliche Praxis, Ausgabe G, Großtiere/Nutztiere **33**, 175-180

KAUFFOLD, J., HOERUEGEL, K., BEYNON, N. und A. SOBIRAJ (2006):
Ultrasonographische Charakterisierung von Uteri und Ovarien fertiler Altsauen nach dem Absetzen und in der darauf folgenden Brunst.
Tierärztliche Praxis, Ausgabe G, Großtiere/Nutztiere **34**, 35-39

KEINDORF, A. und W. PLESCHER (1981):
Der Jahreszeiteinfluß auf die Fruchtbarkeitsleistungen der Schweine unter besonderer Berücksichtigung der Sommermonate.
Monatshefte für Veterinärmedizin **36**, 324-330

KEMP, B. und N. M. SOEDE (1995):
Mit dem Scanner in unfruchtbare Sauen gucken.
Schweinezucht und Schweinemast **6**, 26-27

KEMP, B. und N. M. SOEDE (1996):
Relationship of Weaning-to-estrus interval in relation to timing of ovulation and fertilization in sows.
Journal of Animal Science **74**, 944-949

KEMP, B. und N. M. SOEDE (1997):
Consequences of variation in interval from insemination to ovulation on fertilization in pigs.
Journal of Reproduction and Fertility. Supplement **52**, 79-89

KEMP, B. und N. M. SOEDE (1999):
Zur Bedeutung des optimalen Besamungstermins.
Tagungsband 5. Bernburger Biotechnik-Workshop, 47-51

- KEMP, B., SOEDE, N. M., HAZELEGER, W. und C. C. H. WETZLS (1996):
The effects of a second insemination after ovulation - as determined with ultrasonography - on fertilization rate and accessory sperm count in sows.
Reproduction in Domestic Animals **31**, 297-298 (Abstract)
- KIRKWOOD, R. (2001):
When to breed and when not to breed.
Swine Health and Production **8**, 191
- KIRKWOOD, R. N., FORBES, J. M. und P. E. HUGHES (1981):
Influence of boar contact on attainment of puberty in gilts after removal of olfactory bulbs.
Journal of Reproduction and Fertility, **61**, 193-196
- KIRSCH, J. D., TILTON, J. E., ZIECIK, A., WEIGL, R., SCHAFFER, T. und G. L. WILLIAMS (1985):
Effects of various mating stimuli on pituitary release of luteinizing hormone in the gilt.
Domestic Animal Endocrinology **2**, 99-104
- KNOX, R. V. und G. C. ALTHOUSE (1999):
Visualizing the reproductive tract of female pig using real-time ultrasonography.
Swine Health and Production **7**, 207-215
- KNOX, R. V. und S. L. ZAS (2001):
Factors influencing estrus and ovulation in weaned sows as determined by transrectal ultrasound.
Journal of Animal Science **79**, 2957-2963
- KNOX, R. V., LAMBERSON, W. R. und J. ROBB (1999):
Factors influencing time of ovulation in post-weaned sows determined by transrectal ultrasound.
Theriogenology **51**, 435
- KNOX, R. V., BREEN, S. M., WILLENBURG, K. L., ROTH, S., MILLER, G. M., RUGGIERO, K. M. und S. L. RODRIGUEZ-ZAS (2004):
Effect of housing system and boar exposure on estrus expression in weaned sows.
Journal of Animal Science **82**, 3088-3093
- KOKETSU, Y. und G. D. DIAL (1997):
Factors Influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms.
Theriogenology **47**, 1445-1461
- KOLB, E. (1989):
Die Physiologie der Fortpflanzung.
In: KOLB, E. (Hrsg.): *Lehrbuch der Physiologie der Haustiere*.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1989, S. 660-738

KÖNIG, I., KUPATZ, B. und P. NOWAK (1972):

Die Auswirkung von Ebergeruchsstoff bei der Brunstkontrolle und Besamung von Sauen.

Tierzucht **26**, 259-260

KÖNIG, I., HÜHN, U., SCHLEGEL, W., SKLENAR, V., PAPENTHIN, V., KEIL, H.-W. und K. LEMCKE (1975):

Erhöhung der Ergebnisse der Schweinebesamung durch Einführung des biotechnischen Verfahrens "Oxytocinzusatz zum Sperma".

Monatshefte für Veterinärmedizin **30** (5), 187-190

KOTWICA, G., SOBCZAK, J. und M. KOZIOROWSKI (1995):

Effects of Opioid Peptides, Indomethacin and Age on Oxytocin and Prolactin Release During Mating in Sows.

Reproduction in Domestic Animals **30**, 257-263

KRAELING, R. R. und C. R. BARB (1990):

Hypothalamic control of gonadotrophin and prolactin secretion in pigs.

Journal of Reproduction and Fertility, **40**, 3-17

KRIDER, J. L., CONRAD, J. H. und W. E. CARROLL (1982):

The physiology of reproduction.

In: KRIDER, CONRAD und CARROLL: Swine production, 5. Auflage, McGraw-Hill Book Company, New York, S. 165-172

KUHNE, F. (2010):

Stereotypen und Zwangsstörungen - Ursachen und Möglichkeiten der Prävention.

Der praktische Tierarzt **91**, 1088-1098

LADEWIG, J. (1982):

Umweltreize, Sozialverhalten und Reproduktion beim Schwein.

Züchtungskunde **54** (5), 350-353

LADEWIG, J. (1994):

Streß.

In: DÖCKE F. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Endokrinologie.

VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 379-398

LANGENDIJK, P., SOEDE, N. M. und B. KEMP (2000 a):

Effects of boar contact and housing conditions on estrus expression in weaned sows.

Journal of Animal Science **78**, 871-878

LANGENDIJK, P., SOEDE, N. M., BOUWMAN, E. G. und B. KEMP (2000 b):

Responsiveness to boar stimuli and change in vulvar reddening in relation to ovulation in weaned sows.

Journal of Animal Science **78**, 3019-3026

- LANGENDIJK, P., BOUWMAN, E. G., SOEDE, N. M., TAVERNE, M. A. M. und B. KEMP (2002 a):
Myometrial activity around estrus in sows: spontaneous activity and effects of estrogens, cloprostenol, seminal plasma and clenbuterol.
Theriogenology **57**, 1563-1577
- LANGENDIJK, P., BOUWMAN, E. G., KIDSON, A., KIRKWOOD, R. N., SOEDE, N. M. und B. KEMP (2002 b):
Role of myometrial activity in sperm transport through the genital tract and in fertilization in sows.
Reproduction **123**, 683-690
- LANGENDIJK, P., BOUWMAN, E. G., SCHAMS, D., SOEDE, N. M. und B. KEMP (2003):
Effects of different sexual stimuli on oxytocin release, uterine activity and receptive behavior in estrous sows.
Theriogenology **59**, 849-861
- LANGENDIJK, P., SOEDE, N. M. und B. KEMP (2005):
Uterine activity, sperm transport, and the role of boar stimuli around insemination in sows.
Theriogenology **63**, 500-513
- LAU, H., HOLTZ, W. und M. WÄHNER (2004):
Partielle Ovulationssynchronisation - ein Beitrag zur Verfahrenspflege.
10. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tagungsband, 57-71
- LEIDING, C. (2000):
Vor der Besamung die Sau zum "Stehen" bringen.
In: top agrar, Das Magazin für moderne Landwirtschaft: Fruchtbarkeit im Sauenstall.
Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, S. 28-31
- LEIDL, W. (1993):
Die Sonographie in der gynäkologischen Diagnostik.
Tierärztliche Praxis Sonderheft, 53-57
- LITTMANN, E., SÜSS, M., STRAUB, K., REIMANN, T., SCHMIDT, W. und J. WEISS (1997 a):
Haltungsverfahren.
In: Praktische Schweinehaltung – Zucht, Management, Wirtschaftlichkeit.
BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, S. 21-49
- LITTMANN, E., SÜSS, M., STRAUB, K., REIMANN, T., SCHMIDT, W. und J. WEISS (1997 b):
Decken - Besamen.
In: Praktische Schweinehaltung – Zucht, Management, Wirtschaftlichkeit.
BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, S. 94-104

LITTMANN, E., SÜSS, M., STRAUB, K., REIMANN, T., SCHMIDT, W. und J. WEISS (1997 c):

Störungen von Rausche und Fruchtbarkeit.

In: Praktische Schweinehaltung – Zucht, Management, Wirtschaftlichkeit.

BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, S. 126-129

LIU, J., KOENIGSFELD, A. T., CANTLEY, T. C., BOYD, C. K., KOBAYASHI, Y. und M. C. LUCY (2000):

Growth and the Initiation of Steroidogenesis in Porcine Follicles Are Associated with Unique Patterns of Gene Expression for Individual Components of the Ovarian Insulin-Like Growth Factor System.

Biology of Reproduction **63**, 942-952

LOVELL, J. E. und R. GETTY (1968):

Fate of Semen in the Uterus of the Sow: Histologic Study of Endometrium During the 27 Hours After Natural Service.

American Journal of Veterinary Research **29**, 609-625

LUCY, M. C., LIU, J., BOYD, C. K. und C. J. BRACKEN (2001):

Ovarian follicular growth in sows.

Reproduction Supplement **58**, 31-45

MACLEOD, N., REINHARDT, W. und F. ELLENDORFF (1979):

Olfactory bulb neurons of the pig respond to an identified steroidal pheromone and testosterone.

Brain Research **164**, 323-327

MAH, J., TILTON, J. E., WILLIAMS, G. L., JOHNSON, J. N. und M. J. MARCHELLO (1985):

The Effect of Repeated Mating at Short Intervals on Reproductive Performance of Gilts.

Journal of Animal Science **60**, 1052-1054

MALLON, F., LANGELE, L. und R. ARNEMANN (2004):

Intrauterine Besamung.

Erfolg im Stall **4**, 23

MARTINEZ, E., VAZQUEZ, J. M., ROCA, J. und S. RUIZ (1992):

Use of real-time ultrasonic scanning for the detection of reproductive failure in pig herds.

Animal Reproduction Science **29**, 53-59

MATTHIJS, A., ENGEL, B. und H. WOELDERS (2003):

Neutrophil recruitment and phagocytosis of boar spermatozoa after artificial insemination of sows, and the effects of inseminate volume, sperm dose and specific additives in the extender.

Reproduction **125**, 357-367

MATTIOLI, M., GALEATI, G., CONTE, F. und E. SEREN (1986):

Effects of 5 α -androst-16-en-3-one on oxytocin release in oestrus sows.

Theriogenology **25**, 399-403

- MAUGET, R. (1982):
Seasonality of reproduction in the wild boar.
In: COLE, D. J. A. und G. R. FOXCROFT (Eds.): Control of Pig Reproduction.
Butterworth scientific, London, S. 509-526
- MBURU, J. N., EINARSSON, S., DALIN A.-M. und H. RODRIGUEZ-MARTINEZ
(1995):
Ovulation as Determined by Transrectal Ultrasonography in Multiparous Sows:
Relationships with Oestrous Symptoms and Hormonal Profiles.
Journal of Veterinary Medicine.
A. Physiology, Pathology, Clinical Medicine **42**, 285-292
- MBURU, J. N., EINARSSON, S., LUNDEHEIM, N. und H. RODRIGUEZ-MARTINEZ
(1996):
Distribution, number and membrane integrity of spermatozoa in the pig oviduct in
relation to spontaneous ovulation.
Animal Reproduction Science **45**, 109-121
- MBURU, J. N., RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. und S. EINARSSON (1997):
Changes in sperm ultrastructure and localisation in the porcine oviduct around
ovulation.
Animal Reproduction Science **47**, 137-148
- MC LAREN, A. (1980):
Fertilization, Cleavage and Implantation.
In: HAFEZ E.S.E. (Eds.): Reproduction in farm animals.
Lea & Febiger, Philadelphia, 4. Auflage, S. 226-246
- MEINECKE, B. (2007):
Eizellreifung und Ovulation.
In: BUSCH, W. und WABERSKI, D.:
Künstliche Besamung bei Haus- und Nutztieren.
Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 72-77
- MELROSE, D. R., REED, H. C. B. und R. L. S. PATTERSON (1971):
Androgen steroids associated with boar odour as an aid to the detection of
oestrus in pig artificial insemination.
The British Veterinary Journal **127**, 497-502
- MUSSLICK, M. (2000):
Untersuchungen zum Einfluss der Haltungsverfahren im Besamungszentrum
(Intensivbesamungszentrum bzw. herkömmliches Besamungszentrum nach
„Düsser Modell“) auf das Verhalten und die Fortpflanzung bei Sauen.
Inaugural-Dissertation, Universität Gießen.
- MUSSLICK, M. und S. HOY (2000):
Intensivdeckstall oder herkömmliches Besamungszentrum?
Schweinezucht und Schweinemast **48** (3), 12-15

- MUSSLICK, M., HOY, S. und E. GERNAND (2000):
Untersuchungen zum Einfluss des Haltungsverfahrens im Besamungsbereich auf die Reproduktionsleistung von Schweinen.
Tagungsband 6. Bernburger Biotechnik-Workshop, 61-72
- NIGGEMEYER, H. (2004):
Uterusbesamung und Gedis - wirklich ein Fortschritt?
Schweinezucht und Schweinemast **6**, 34-37
- NIGGEMEYER, H. (2005):
Uterusbesamung: Was sagen die Praktiker?
Schweinezucht und Schweinemast **4**, 50-53
- NISSEN, A. K., SOEDE, N. M., HYTTEL, P., SCHMIDT, M. und L. D. 'HOORE (1997):
The influence of time of insemination relative to ovulation on farrowing frequency and litter size in sows, as investigated by ultrasonography.
Theriogenology **47**, 1571-1582
- OTT, S. (1995):
Stereotypien - Indikatoren für Haltungsdefizite?
In: Tierschutz in der Versuchstierhaltung.
Gesellschaft für Versuchstierkunde, S. 6-7
- OVERSTREET, J. W. und G. W. COOPER (1978):
Sperm Transport in the Reproductive Tract of the Female Rabbit: I. The Rapid Transit Phase of Transport.
Biology of Reproduction **19**, 101-114
- OXENREIDER, S. L. und B. N. DAY (1965):
Transport and Cleavage of Ova in Swine.
Journal of Animal Science **24**, 413-417
- PARR, E. L. (1975):
Rupture of ovarian follicles at ovulation.
Journal of Reproduction and Fertility, Supplement **22**, 1-22
- PATTERSON, R. L. S. (1968 a):
5 α -androst-16-ene-3-one: - compound responsible for taint in boar fat.
Journal of the Science of Food and Agriculture **19**, 31-38
- PATTERSON, R. L. S. (1968 b):
Identification of 3 α -hydroxy-5 α -androst-16-ene as the musk odour component of boar submaxillary salivary gland and its relationship to the sex odour taint in pork meat.
Journal of the Science of Food and Agriculture **19**, 434-438
- PEARCE, G. P. (1992):
Contact with oestrus female pigs stimulates and synchronises puberty in gilts.
Veterinary Record **130**, 318-23

- PEARCE, G. P. und A. N. PEARCE (1992):
Contact with a sow in oestrus or a mature boar stimulates the onset of oestrus in weaned sows.
Veterinary Record **130**, 5-9 (Abstr.)
- PEARCE, G. P., HUGHES, P. E. und W. D. BOOTH (1988):
The Involvement of Boar Submaxillary Salivary Gland Secretions in Boar-Induced Precocious Puberty Attainment in the Gilt.
Animal Reproduction Science **16**, 125-134
- PEDERSEN, L. J. (2007):
Sexual behaviour in female pigs.
Hormones and Behavior **52**, 64-69
- PERRY, J. S., HEAP, R. B. und E. C. AMOROSO (1973):
Steroid Hormone Production by Pig Blastocysts.
Nature **245**, 45-47
- PERRY, G. C., PATTERSON, R. L. S., MAC FIE, H. J. H. und C. G. STINSON (1980):
Pig courtship behaviour: pheromonal property of androstene steroids in male submaxillary secretion.
Animal Production **31**, 191-199
- PLONAIT, H. (2004):
Fortpflanzungsphysiologie und Gynäkologie der Sau.
In: WALDMANN, K.-H. und WENDT, M. (Hrsg):
Lehrbuch der Schweinekrankheiten.
Parey Verlag. Stuttgart. 4. Auflage, S. 399-470
- POMEROY, R. W. (1955):
Ovulation and the passage of ova through the fallopian tube in the pig.
The Journal of Agricultural Science **45**, 327-330
- POPE, W. F. und N. L. FIRST (1985):
Factors affecting the survival of pig embryos.
Theriogenology **23**, 91-105
- PRELOG, V. und L. RUZICKA (1944):
Untersuchungen über Organextrakte.
5. Mitt.: Über zwei moschusartig riechende Steroide aus Schweinetestes-Extrakten.
Helvetica Chimica Acta **27**, 61-66
- PRITCHARD, V. C., EDWARDS, S. A. und P. R. ENGLISH (1997):
Oestrus and mating behaviour in group housed sows and the effect of social dominance.
Proceedings of the British Society of Animal Science, 109

PRUNIER, A., QUESNEL, H., MESSIAS DE BRAGANCA, M. und A. Y. KERMAHON (1996):

Environmental and seasonal influences on the return-to-oestrus after weaning in
pimiparous sows: a review.

Livestock Production Science **45**, 103-110

PURSEL, V. G., SCHULMAN, L. L. und L. A. JOHNSON (1978):

Distribution and Morphology of Fresh and Frozen-Thawed Sperm in the
Reproductive Tract of Gilts after Artificial Insemination.

Biology of Reproduction **19**, 69-76

PURVIS, K., COOPER, K. J. und N. B. HAYNES (1971):

The influence of male proximity and dietary restriction on the oestrus cycle of the
rat.

Journal of Reproduction and Fertility **27**, 167-176

PÜTTGEN, A. (2001):

Management von Gruppenbesamung.

7. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tagungsband 2001, 95-101

QUESNEL, H. und A. PRUNIER (1995):

Endocrine bases of lactational anoestrus in the sows.

Reproduction, Nutrition, Development **35**, 395-414

RAYCHOUDHURY, S. S. und S. S. SUAREZ (1991):

Porcine sperm binding to oviductal explants in culture.

Theriogenology **36**, 1059-1070

RAYFORD, P. L., BRINKLEY, H. J., YOUNG, E. P. und L. E. REICHERT (1974):

Radioimmunoassay of Porcine FSH.

Journal of Animal Science **39**, 348-354

REED, H. C. B., MELROSE, D. R. und R. L. S. PATTERSON (1974):

Androgen steroids as an aid to the detection of oestrus in pig artificial
insemination.

The British Veterinary Journal **130**, 61-67

RICHTER, L. (1984):

Prophylaxe und Therapie der Anöstrie.

Tierärztliche Umschau **39**, 494-496

RICHTER, P. und K. ELZE (1986):

Eizell- und Embryonendiagnostik sowie Untersuchungen an Uterus und Eileiter
bei Sauen in der Frühgravidität aus klinischer Sicht.

Monatshefte für Veterinärmedizin **41**, 741-745

RODRIGUEZ-MARTINEZ, H., EINARSSON, S. und B. LARSSON (1982):

Spontaneous motility of the oviduct in the anaesthetized pig.

Journal of Reproduction and Fertility **66**, 615-624

- RÖVER, H. F. (1991):
Managementhilfen im biologischen Bereich.
In: Sauenhaltung und Ferkelaufzucht. BauBriefe Landwirtschaft,
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup **32**, S. 31-34
- ROWLANDS, I. W. und B. J. WEIR (1984):
Mammals: Non-primate Eutherians.
In: LAMMING, G. E. (Ed.): Marshall's Physiology of Reproduction, 4. Auflage.
London, Longman, Group Limited, S. 455-658
- ROZEBOOM, K. J., TROEDSSON, M. H., SHURSON, G. C., HAWTON, J. D. und
B. G. CRABO (1997):
Late estrus or metestrus insemination after estrual inseminations decreases
farrowing rate and litter size in swine.
Journal of Animal Science **75**, 2323-2327
- RÜSSE, I. (1991 a):
Weiblicher Sexualzyklus.
In: RÜSSE, I. und F. SINOWATZ (Hrsg.):
Lehrbuch der Embryologie der Haustiere.
Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg, S. 93-116
- RÜSSE, I. (1991 b):
Frühgravidität, Implantation und Plazentation.
In: RÜSSE, I. und F. SINOWATZ (Hrsg.):
Lehrbuch der Embryologie der Haustiere.
Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg, S. 153-218
- SAMBRAUS, H. H. (1997):
Normalverhalten und Verhaltensstörungen.
In: SAMBRAUS, H. H. und A. STEIGER (Hrsg.):
Das Buch vom Tierschutz.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 57-69
- SCHATZMANN, E. und W. ZIMMERMANN (1987):
Anoestrie beim primiparen Schwein.
Schweizer Archiv für Tierheilkunde **129**, 239-250
- SCHENK, P. M. (1967):
An Investigation into the Oestrus Symptoms and Behaviour of Sows.
Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie **83**, 87-110
- SCHNIPPE, F. (2000):
Dosierter Eberkontakt auch im Intensiv-Deckzentrum.
Top agrar **2**, 12-13
- SCHNORR, B. und M. KRESSIN (2006):
Embryologie der Haustiere.
Enke Verlag, Stuttgart, 5. Auflage

SCHNURRBUSCH, U. (1998):

Endokrine Steuerung des porcinen Sexualzyklus – Möglichkeiten der exogenen Behandlung.

In: Arbeitskreis Großtierpraxis (Hrsg.):

Fruchtbarkeitsmanagement bei Rind und Schwein.

Verlag für Agrarwissenschaften und Veterinärmedizin, Dannenberg, S. 13-21

SCHNURRBUSCH, U. (2001):

Physiologie und Pathologie der Kopulation.

In: BUSCH, W. und HOLZMANN, A.:

Veterinärmedizinische Andrologie.

Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 278-298

SCHNURRBUSCH, U. (2002):

Embryonalentwicklung des Schweines und Einflüsse auf die Überlebensrate der Embryonen.

8. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tagungsband, 13-21

SCHNURRBUSCH, U. (2005):

Maßnahmen zur Sicherung hoher Fruchtbarkeitsleistungen und Vermeidung saisonaler Schwankungen beim Schwein.

Janssen Animal Health – Symposium, 24. Sept.2005, 15-21

SCHNURRBUSCH, U. (2006):

Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung weiblicher Tiere.

In: HEINRITZI, K., GINDELE, H. R., REINER, G. und SCHNURRBUSCH, U.:
Schweinekrankheiten.

Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, S. 179-185

SCHNURRBUSCH, U. (2007):

Insemination.

In: BUSCH, W. und WABERSKI, D.:

Künstliche Besamung bei Haus- und Nutztieren.

Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 209-223

SCHNURRBUSCH, U. und A. HEINRITZI (2006):

Erkrankungen der Harnorgane.

In: HEINRITZI, K., GINDELE, H. R., REINER, G. und U. SCHNURRBUSCH:
Schweinekrankheiten. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, S. 171-178

SCHNURRBUSCH, U. und U. HÜHN (1994 a):

Kennzahlen und Richtwerte für die Fruchtbarkeitsleistung – Charakterisierung und Erfassung von Fortpflanzungsereignissen und -leistungen.

In: SCHNURRBUSCH, U. und U. HÜHN:

Fortpflanzungssteuerung beim weiblichen Schwein.

Gustav Fischer Verlag. Jena, S. 13-21

- SCHNURRBUSCH, U. und U. HÜHN (1994 b):
Biologische Grundlagen – Sexualentwicklung bis zum Erreichen der Geschlechtsreife.
In: SCHNURRBUSCH, U. und U. HÜHN:
Fortpflanzungssteuerung beim weiblichen Schwein.
Gustav Fischer Verlag. Jena, S. 25-35
- SCHNURRBUSCH, U. und U. HÜHN (1994 c):
Biologische Grundlagen – Sexualzyklus und Belegung
In: SCHNURRBUSCH, U. und U. HÜHN:
Fortpflanzungssteuerung beim weiblichen Schwein.
Gustav Fischer Verlag. Jena, S. 35-47
- SCHNURRBUSCH, U. und U. HÜHN (1994 d):
Methoden der Fortpflanzungssteuerung – Zootechnische Maßnahmen zur Beeinflussung von Fortpflanzungsvorgängen.
In: SCHNURRBUSCH, U. und U. HÜHN:
Fortpflanzungssteuerung beim weiblichen Schwein.
Gustav Fischer Verlag. Jena, S. 72-84
- SCHNURRBUSCH, U., BERGFELD, J., BRÜSSOW K.-P. und U. KALTOFEN (1981):
Schema zur Ovarbeurteilung beim Schwein.
Monatshefte für Veterinärmedizin **36**, 811-815
- SCHNURRBUSCH, U., SCHMETTE, C. und K. ELZE (1990):
Gewinnung und lichtmikroskopische Beurteilung follikulärer Oozyten des Schweines sowie Beziehungen zwischen Degenerationsrate der Oozyten und der Zyklusphase.
Deutsche tierärztliche Wochenschrift **97**, 390-395
- SCHRÖDER, S. (2011):
Ringauswertung Ferkelproduktion Wirtschaftsjahr 2010/11.
Schweinezucht aktuell **39**, 7
- SCHULZ, M. (1998):
Brunst- und Ovulationsstudien in einer Landrasse-Sauenherde: Wiederholbarkeit sowie Einfluss von spontaner und induzierter Ovulation auf die Fruchtbarkeit.
Inaugural-Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- SCHUMANN, B. (2005):
Erfahrungen und Ergebnisse in der Sauenbesamung in Abhängigkeit von der Besamungsmethode.
11. Mitteldeutscher Schweine-Workshop in Bernburg, Tagungsband 2005, 29-33
- SELF, H. L. und R. H. GRUMMER (1958):
The Rate and Economy of Pig Gains and the Reproductive Behavior in Sows When Litters are Weaned at 10 Days, 21 Days or 56 Days of Age.
Journal of Animal Science **17**, 862-868

- SELYE, H. (1936):
A Syndrome produced by Diverse Nocuous Agents.
Nature **138**, 32
- SIGNORET, J. P. (1969):
Verhalten von Schweinen.
In: PORZIG, E., TEMBROCK, G., ENGELMANN, C., SIGNORET, J. P., CZAKÓ, J.: Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.
Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, S. 263-330
- SIGNORET, J. B. (1970 a):
Sexual behaviour patterns in female domestic pigs (*Sus scrofa* L.) reared in isolation from males.
Animal Behaviour **18**, 165-168
- SIGNORET, J. P. (1970 b):
Das sexuelle Verhalten der Schweine.
Deutsche tierärztliche Wochenschrift **77**, 132-134
- SIGNORET, J. P. (1970 c):
Reproductive behaviour of pigs.
Journal of Reproduction and Fertility. Supplement **11**, 105-107
- SIGNORET, J. P. (1971):
The Reproductive Behaviour of Pigs in Relation to Fertility.
Veterinary Record **88**, 34-38
- SIGNORET, J. P. (1972):
The mating behaviour of the sow.
In: D. J. A. COLE (Ed.): Pig Production.
London, Butterworths, S. 295-313
- SIGNORET, J. P. (1976):
Chemical Communication and Reproduction in Domestic Mammals.
In: DOTY, R. L. (Ed.): Mammalian Olfaction, Reproductive Processes and Behavior. Academic Press, New York, S. 243-256
- SIGNORET, J. P. und J. BARITEAU (1975):
Utilisation de différents produits odorants de synthèse pour faciliter la détection des chaleurs chez la truie.
Annales de zootechnie **24**, 639-643
- SIGNORET, J. P., DU MESNIL DU BUISSON, F. und P. MAULÉON (1972):
Effect of mating on the onset and duration of ovulation in the sow.
Journal of Reproduction and Fertility **31**, 327-330
- SIGNORET, J. P., BALDWIN, B. A., FRASER, D. und E. S. E. HAFEZ (1975):
The behaviour of swine.
In: HAFEZ, E.S.E. (Eds.): The Behaviour of Domestic Animals.
3rd edition, Bailliere and Tindall, London, Chap. 12, S. 295-320

- SINK, J. D. (1967):
Theoretical Aspects of Sex Odor in Swine.
Journal of Theoretical Biology **17**, 174-180
- SINOWATZ, F. (1991):
Befruchtung.
In: RÜSSE, I. und F. SINOWATZ (Hrsg.):
Lehrbuch der Embryologie der Haustiere.
Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg, S. 117-130
- SOEDE, N. M. (1993):
Boar stimuli around insemination affect reproductive processes in pigs: A review.
Animal Reproduction Science **32**, 107-125
- SOEDE, N. M. und B. KEMP (1996):
Timing of AI and ovulation in sows.
Reproduction in Domestic Animals **31**, 201-207
- SOEDE, N. M. und B. KEMP (1997):
Expression of oestrus and timing of ovulation in pigs.
Journal of Reproduction and Fertility. Supplement **52**, 91-103
- SOEDE, N. M., HAZELEGER, W. und T. VAN DER LENDE (1990):
Effect of insemination conditions on reproductive performance during early pregnancy of gilts kept under different social conditions.
Animal Reproduction Science **23**, 335-348
- SOEDE, N. M., NOORDHUIZEN, J. P. T. M. und B. KEMP (1992):
The duration of ovulation in pigs, studied by transrectal ultrasonography, is not related to early embryonic diversity.
Theriogenology **38**, 653-666
- SOEDE, N. M., WETZELS, C. C. H. und B. KEMP (1994 a):
Ultrasonography of Pig Ovaries: Benefits in Research and on Farms.
Reproduction in Domestic Animals **29**, 366-370
- SOEDE, N. M., HELMOND, F. A. und B. KEMP (1994 b):
Perioviulatory profiles of oestradiol, LH and progesterone in relation to oestrus and embryo mortality in multiparous sows using transrectal ultrasonography to detect ovulation.
Journal of Reproduction and Fertility **101**, 633-641
- SOEDE, N. M., WETZELS, C. C. H., ZONDAG, W., DE KONIG, M. A. I. und B. KEMP (1995 a):
Effects of time of insemination relative to ovulation, as determined by ultrasonography, on fertilization rate and accessory sperm count in sows.
Journal of Reproduction and Fertility **104**, 99-106

SOEDE, N. M., WETZELS, C. C. H., ZONDAG, W., HAZLEGER, W. und B. KEMP (1995 b):

Effects of a second insemination after ovulation on fertilization rate and accessory sperm count in sows.

Journal of Reproduction and Fertility **105**, 135-140

SOEDE, N. M., WETZLS C. C. H. und B. KEMP (1996 a):

Oestrus (standing response for boar and man) and ovulation in sows.

Reproduction in Domestic Animals **31**, 293-294 (Abstract)

SOEDE, N. M., WETZLS C. C. H. und B. KEMP (1996 b):

Optimal interval between insemination and ovulation in sows, as judged by fertilization rate and accessory sperm count of day 5 embryos.

Reproduction in Domestic Animals **31**, 295-296

SOEDE, N. M., HELMOND, F. A., SCHOUTEN, W. G. P. und B. KEMP (1997 a):

Oestrus, ovulation and peri-ovulatory hormone profiles in tethered and loose-housed sows.

Animal Reproduction Science **46**, 133-148

SOEDE, N. M., HAZELEGER, W., BROOS, J. und B. KEMP (1997 b):

Vaginal temperature is not related to the time of ovulation in sows.

Animal Reproduction Science **47**, 245-252

SPITSCHAK, K. (2007):

Gute Tierbeobachtung ist das A und O.

DGS Magazin **9**, 39-42

STÄHR, B., HEINZE, A., ROSSBACH, F., BUSCH, C. und B. WEISSENBORN (2004):

Ergebnisse und Erfahrungen nach intrauteriner Besamung.

10. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tagungsband, 125-132

STALLJOHANN, G. (2004):

Sauen, Ferkel, Mastschweine: Erfolgsstrategien systematisch umsetzen.

Erfolg im Stall, **4**, 18-19

STEVERINK, D. W. B., SOEDE, N. M., BOUWMAN, E. G. und B. KEMP (1997):

Influence of insemination-ovulation interval and sperm cell dose on fertilization in sows.

Journal of Reproduction and Fertility **111**, 165-171

STEVERINK, D. W. B., SOEDE, N. M., BOUWMAN, E. G. und B. KEMP (1998):

Semen backflow after insemination and its effect on fertilisation results in sows.

Animal Reproduction Science **54**, 109-119

STEVERINK, D. W. B., SOEDE, N. M., GROENLAND, G. J. R., VAN SCHIE, F. W., NOORDHUIZEN, J. P. T. M. und B. KEMP (1999):

Duration of estrus in relation to reproduction results in pigs on commercial farms.

Journal of Animal Science **77**, 801-809

- STRAW, B. E., MEUTEN, D. J. und B. J. THACKER (1999):
Physical Examination.
In: STRAW, B. E., D'ALLAIRE, S., MENGELING, W. L. und D. J. TAYLOR:
Diseases of Swine. 8th edition.
Blackwell Science Ltd., London, Section 1, S. 3-18
- SUAREZ, S. S. (1998):
The Oviductal Sperm Reservoir in Mammals: Mechanisms of Formation.
Biology of Reproduction **58**, 1105-1107
- SUAREZ, S., REDFERN, K., RAYNOR, P., MARTIN, F. und D. M. PHILLIPS (1991):
Attachment of Boar Sperm to Mucosal Explants of Oviduct in Vitro: Possible Role
in Formation of a Sperm Reservoir.
Biology of Reproduction **44**, 998-1004
- SZOLLOSI, D. und R. H. F. HUNTER (1973):
Ultrastructural aspects of fertilization in the domestic pig: sperm penetration and
pronucleus formation.
Journal of Anatomy **116**, 181-206
- TANIDA, H., MIYAZAKI, N., TANAKA, T. und T. YOSHIMOTO (1991):
Selection of mating partners in boars and sows under multi-sire mating.
Applied Animal Behaviour Science **32**, 13-21
- TAROCCO, C. und R. N. KIRKWOOD (2001):
The effect of estrus duration and number of artificial inseminations on fertility of
gilts and multiparous sows having a four day wean to estrus interval.
Journal of Swine Health Production **9** (3), 117-120
- TAYLOR, U., RATH, D., ZERBE, H. und H.-J. SCHUBERTH (2008 a):
Interaction of Intact Porcine Spermatozoa with Epithelial Cells and Neutrophilic
Granulocytes during Uterine Passage.
Reproduction in Domestic Animals **43**, 166-175
- TAYLOR, U., SCHUBERTH, H.-J., ZERBE, H. und D. RATH (2008 b):
Selektionsvorgänge von Spermien im Uterus der Sau.
14. Mitteldeutscher Schweine-Workshop in Bernburg,
Tagungsband 2008, 104-110
- THOMPSON, L. H. und J. S. SAVAGE (1978):
Age at Puberty and Ovulation rate in Gilts in Confinement as Influenced by
Exposure to a Boar.
Journal of Animal Science **47**, 1141-1144
- THUN, R. (2009):
Physiologie und Pathophysiologie der Fortpflanzung.
In: BUSCH, W. und K. ZERBIN:
Fruchtbarkeitskontrolle bei Groß- und Kleintieren.
Studien-Sonderausgabe der 1. Auflage Enke Verlag, Stuttgart, S. 19-39

TÖNHARDT, H. (2007):

Morphologie und Funktion der Sexualorgane.

In: BUSCH, W. und D. WABERSKI:

Künstliche Besamung bei Haus- und Nutztieren

Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 55-71

TÖPFER-PETERSEN, E. (2007):

Spermienreifung, Transport und Befruchtung.

In: BUSCH, W. und D. WABERSKI:

Künstliche Besamung bei Haus- und Nutztieren

Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 84-95

TÖPFER-PETERSEN, E. und D. WABERSKI (2001):

Spermienreifung und Befruchtung.

In: BUSCH, W. und HOLZMANN, A.: Veterinärmedizinische Andrologie

Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 67-82

TÖPFER-PETERSEN, E., WABERSKI, D., HESS, O., BELLAIR, S., SCHAMBONY, A., EKHLASI-HUNDRIESER, M., GENTZEL, M. und A. REINECKE (1998):

Bedeutung des Seminalplasmas für die Befruchtung.

Tierärztliche Umschau **53**, 447-54

VAN ENGEN, M. und K. SCHEEPENS (2006):

Sauen – Praxisleitfaden für Laktations- und Fruchtbarkeitsmanagement.

Roodbont B. V., Best

VAN LUNEN, T. A. und F. X. AHERNE (1987):

Influence of method of boar exposure on age at puberty gilts.

Can. J. Anim. Sci. **67**, 553-556

VARLEY, M. A. und G. R. FOXCROFT (1990):

Endocrinology of lactating and weaning sow.

Journal of Reproduction and Fertility, **40**, 47-61

VESSEUR, P. C., KEMP, B. und L. A. DEN HARTOG (1994):

Factors affecting the weaning-to-estrus interval in the sow.

Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition **72**, 225-233

VINTHER, J. (2012):

Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2011.

Dansk Svineproduktion Notat Nr. 1212

VIRING, S. (1980):

Distribution of live and dead spermatozoa in the genital tract of gilts at different times after insemination.

Acta Veterinaria Scandinavica **21**, 587-597

VIRING, S. und S. EINARSSON (1981):

Sperm Distribution Within the Genital Tract of Naturally Inseminated Gilts.

Nordisk Veterinær Medicin **33**, 145-149

- WABERSKI, D. (1997):
Effects of semen components on ovulation and fertilization.
Journal of Reproduction and Fertility. Supplement **52**, 105-109
- WABERSKI, D. (2005):
Steigerung der Reproduktionseffizienz bei landwirtschaftlichen Nutztieren.
In: Schwerpunkt: „Reproduktionsmedizin“.
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. S. 6-8
- WABERSKI, D. (2007):
Spermien und Seminalplasma.
In: BUSCH, W. und WABERSKI, D.:
Künstliche Besamung bei Haus- und Nutztieren
Schattauer GmbH, Stuttgart, 78-83
- WABERSKI, D. und K. F. WEITZE (1998):
Ultraschall bei Fruchtbarkeitsstörungen des Schweines – neuere Aspekte.
Der praktische Tierarzt, **collegium veterinarium XXVIII**, 41-44
- WABERSKI, D. und K. F. WEITZE (2007):
Künstliche Besamung beim Schwein.
In: BUSCH, W. und D. WABERSKI: Künstliche Besamung bei Haus- und
Nutztieren. Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 198-223
- WABERSKI, D., WEITZE, K. F., GLEUMES, T., SCHWARZ, M., WILLMEN, T. und
R. PETZOLDT (1994):
Effect of time of insemination relative to ovulation on fertility with liquid and frozen
boar semen.
Theriogenology **42**, 831-840
- WABERSKI, D., SÜDHOF, H., HAHN, T., JUNGBLUT, P. W., KALLWEIT, E.,
CALVETE, J. J., ENSSLIN, M., HOPPEN, H.-O., WINTERGALEN, N., WEITZE, K. F.
und E. TÖPFER-PETERSEN (1995):
Advanced ovulation in gilts by the intrauterine application of low molecular mass
pronase-sensitive fraction of boar seminal plasma.
Journal of Reproduction and Fertility **105**, 247-252
- WABERSKI, D., HUNTER, R. H. F., KREMER, H., BORCHARDT NETO, G.,
JUNGBLUT, P. W., KALLWEIT, E. und K. F. WEITZE (1997):
Induction of ovulation with seminal plasma in gilts: investigation on the local signal
transduction.
Reproduction in Domestic Animals, **32**, 10
- WABERSKI, D., KUNZ-SCHMIDT, A., WAGNER-RIETSCHER, H., KERZEL, I. und
K. F. WEITZE (1998):
Ultraschalldiagnostik in der Gynäkologie des Schweines: Möglichkeiten und
Grenzen.
Der praktische Tierarzt **79**, 257-262

- WÄHNER, M. (2003):
Einflüsse auf die Trächtigkeit der Sau.
Zuchtwahl und Besamung **2003/149**, 1-4
- WÄHNER, M. und S. HOY (2009):
Taschenbuch Schwein.
Eugen Ulmer KG, Stuttgart
- WÄHNER, M., BARTON, A. und W. JANK (1988):
Untersuchungen zum Brunstverhalten und zur Fruchtbarkeitsleistung von
ovulationssynchronisierten Sauen unterschiedlicher Wurfnummern.
Tierzucht **42**, 279-280
- WAITE, A. B. und B. N. DAY (1967):
Intrauterine Migration following Unilateral Fertilization in Gilts.
Journal of Animal Science **26**, 790-791
- WALLER, C. M. und G. BILKEI (2004):
Einfluss der Anzahl künstlicher Besamungen auf die Geburtenrate und Wurfgröße
bei Sauen mit kurzen Absetz-Östrus-Intervallen.
Tierärztliche Praxis, Ausgabe G, Großtiere/Nutztiere **32**, 48-54
- WALTON, J. S. (1986):
Effect of Boar Presence Before and After Weaning on Estrus and Ovulation in
Sows.
Journal of Animal Science **62**, 9-15
- WEBER, R., SCHIESS, C. und B. WECHSLER (2006):
Gruppenhaltung von Sauen während der Deckzeit.
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
- WEHREND, A. und J. KAUFFOLD (2008):
Neues aus der Reproduktionsmedizin beim Schwein.
Vortragsband zum bpt-Kongress 2008, 60-64
- WEITZE, K. F. (1996):
Timing of ai and ovulation in breeding herds I.
Reproduction in Domestic Animals **31**, 193-199
- WEITZE, K. F. (2000):
Wie Sie den Besamungszeitpunkt richtig bestimmen.
In: top agrar, Das Magazin für moderne Landwirtschaft: Fruchtbarkeit im
Sauenstall.
Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, S. 24-27
- WEITZE, K. F., HABECK, O., WILLMEN, T. und D. RATH (1989):
Detection of Ovulation in the Sow Using Transcutaneous Sonography.
Zuchthygiene **24**, 40-42

- WEITZE, K. F., WAGNER-RIETSCHER, H., WABERSKI, D., RICHTER, L. und J. KRIETER (1994):
The Onset of Heat after Weaning, Heat Duration, and Ovulation as Major Factors in AI Timing in Sows.
Reproduction in Domestic Animals **29**, 433-443
- WILLENBURG, K. L., MILLER, G. M., RODRIGUEZ-ZAS, S. L. und R. V. KNOX (2003):
Effects of boar exposure at time of insemination on factors influencing fertility in gilts.
Journal of Animal Science **81**, 9-15
- WILSON, E. O. und W. H. BOSSERT (1963):
Chemical Communication among Animals.
Recent Progress in Hormone Research **19**, 673-716
- WODZICKA-TOMASZEWSKA, M., KILGOUR, R. und M. RYAN (1981):
„Libido“ in the large farm animals: a review.
Applied Animal Ethology **7**, 203-238
- WULSTER-RADCLIFFE, M. C., SEALS, R. C. und G. S. LEWIS (2003):
Progesterone increases susceptibility of gilts to uterine infections after intrauterine inoculation with infectious bacteria.
Journal of Animal Science **81**, 1242-1252
- XUE, J. L., LUCIA, T., KOKETSU, Y., DIAL, G. D. und W. E. MARSH (1998):
Effect of mating frequency and weaning-to-mating interval on sow reproductive performance.
Swine Health and Production **6**, 157-162
- ZEROBIN, K. (1968):
Untersuchungen über die Uterusmotorik des Schweines.
Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A **15**, 740-798

9. Anhang

Anhang 1: Beispiel eines Erfassungsbogens für die direkt im Stall erhobene Daten

Besamungs-Gruppe: 60 (V2.4)

Datum

#1 (KB): "Lina" (Eber 4)

#2 (Nachstimu): "Elvis" (Eber 4)

14.01. - 20.01.07

Sau	Ohrmarke	658	624	629	670	672	675	676	601
	Platz-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
3. Tag	Duldung	0	0	0	0	0	0	0	0
So VM	Bemerkungen								
14.01.									
3. Tag	Duldung	0	(+)	0	0	0	0	0	(+)
So NM	Bemerkungen								
14.01.									
4. Tag	Körpertemp. [C°]	38,1	38,0	38,2	38,3	38,4	38,3	38,3	38,5
n. A.	Vulva	+	++	++	++	+	+++	+++	++
VM	Ausfluss	0	0	0	0	0	0	0	0
	FA	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	Duldung	+	+	0	0	0	0	0	(+)
Mo	Urinabsatz	0	0	0	0	1	0	0	0
15.01.	Bemerkungen								
4. Tag	Körpertemp. [C°]	38,0	38,1	38,3	38,3	38,2	38,1	38,5	38,5
n. A.	Vulva	++	++	+++	++	+	+++	+++	++
NM	Ausfluss	0	0	0	0	0	0	0	0
	Duldung	+	+	0	0	0	0	+	(+)
	Urinabsatz	0	0	0	0	1	0	0	0
Mo	Besamung	-	-	-	-	-	-	-	-
15.01.	Bemerkungen								
5. Tag	Körpertemp. [C°]	38,2	37,8	38,1	38,3	38,3	38,1	38,2	38,8
n. A.	Vulva	++	++	+++	++	++	+++	+++	+++
VM	Ausfluss	0	0	0	0	0	0	0	0
	FA	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	Duldung	+	+	0	+	0	0	+	(+)
Di	Urinabsatz								
16.01.	Besamung	KB 1	KB 1	-	-	-	-	-	-
	Bemerkungen	SA, schnell							
5. Tag	Körpertemp. [C°]	38,3	37,8	38,3	38,5	38,6	38,0	38,4	38,7
n. A.	Vulva	++	++	++	+++	++	+++	+++	+++
NM	Ausfluss	0	0	0	0	0	0	0	0
	Duldung	+	+	0	+	+	0	+	(+)
	Urinabsatz	0	0	0	0	1	0	0	1
Di	Besamung	KB 2	KB 2	-	KB 1	-	-	KB 1	-
16.01.	Bemerkungen	SA II	schnell					schnell	

Vulva: 0 = nicht geschwollen od. gerötet; ++ = gr. geschwollen;

+++ = geschwollen oder gerötet

+++ = geschwollen und gerötet

Ausfluss: 0 = kein;

kl = klar, serös;

w = weißlich, mukös

tr = honigfarben, trüb, pappig (Brunstschleim);

wg = weiß-gelblich, mukös (eitrig)

gk = gelblich, körnig (Hamgrieß);

tw = trüb-weiß, serös

FA (Futteraufnahme):

0 = keine;

+ = sehr gering;

++ = mäßig;

+++ = gut

Urinabsatz:

Anzahl während Eberanwesenheit

Bemerk.: SA = während / direkt nach der KB Sperma-Ausfluss;

unr. = während KB unruhig

trocken = Vaginal-SH trocken

schnell = Sperma sehr schnell eingesogen

lang = Sperma nur sehr langsam eingesogen

Milch = Milchfluss während Stimulation;

FB = Friktionsbewegungen der Sau

gez. = Schwanz gezittert als Eber vor Gruppe (G) / vor Nachbargruppe (NG) / während KB (KB)

T. ab = Spermatube während KB von Katheter abgefallen

Bla.K. = nach KB Blut am Katheter

nur 1/2 T. = nur 1/2 Tube Sperma reingelaufen (sehr unruhig)

Besamungs-Gruppe: 60 (V2.4)

Datum

31 (KB): "Linas" (Eber 4)

32 (Nachstimu): "Elias" (Eber 1)

14.01. - 25.01.07

Sau	Ohrmarke	658	624	629	670	672	675	676	601
	Platz-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
6. Tag	Körpertemp. [C°]	38,1	37,5	38,2	38,2	38,3	38,1	37,7	38,2
n. A.	Vulva	+	+	++	++	++	++	++	++
VM	Ausfluss	0	0	0	0	kl	0	0	0
	FA	++	+++	+	++	+++	+++	++	+
	Duldung	+	+	+	+	+	+	+	+
Mi	Urinabsatz	0	0	0	0	0	0	0	0
17.01.	Besamung	KB3	KB3	—	KB2	KB1	—	KB2	—
	Bemerkungen	g	SA 11						
6. Tag	Körpertemp. [C°]	37,7	37,5	38,1	38,5	38,9	38,2	38,6	38,3
n. A.	Vulva	+	++	+++	++	+++	+++	++	++
NM	Ausfluss	0	0	0	0	0	0	0	0
	Duldung	0	+	+	+	+	+	+	+
	Urinabsatz	0	0	0	0	0	0	0	0
Mi	Besamung	—	—	KB1	KB2	KB2	—	KB3	KB1
17.01.	Bemerkungen		gcz.	unr. SA		SA 11			unr.
7. Tag	Körpertemp. [C°]	38,2	38,1	37,9	38,4	38,3	38,5	38,2	37,9
n. A.	Vulva	+	++	++	+	++	++	++	++
VM	Ausfluss	0	0	0	0	0	0	0	0
	FA	++	+	++	++	+++	++	+++	+++
	Duldung	—	0	+	+	+	+	0	+
	Urinabsatz	0	0	0	0	0	0	0	0
Do	Besamung	—	—	KB2	—	KB3	KB1	—	KB2
18.01.	Bemerkungen								
7. Tag	Körpertemp. [C°]	38,1	38,1	38,0	38,1	38,3	37,5	38,8	38,8
n. A.	Vulva	0	+	+	+	+	++	++	++
NM	Ausfluss	0	0	0	0	0	0	0	0
	Duldung	—	—	+	0	+	+	—	+
	Urinabsatz	0	0	0	1.1	0	0	0	0
Do	Besamung	—	—	KB3	—	—	KB2	—	KB3
18.01.	Bemerkungen								lang
8. Tag	Duldung VM	—	—	+	—	0	+ KB3	—	+
19.01.	Duldung NM	—	—	+	—	—	+	—	+

Vulva: 0 = nicht geschwollen od. gerötet; ++ = ggr. geschwollen; +++ = geschwollen und gerötet

Ausfluss: 0 = kein; kl = klar, serös; w = weißlich, mukös
tr = honigfarben, trüb, pappig (Brunstschleim); wg = weiß-gelblich, mukös (eitrig)
gk = gelblich, körnig (Harngrieß); tw = trüb-weiß, serös

FA (Futteraufnahme): 0 = keine; + = sehr gering; ++ = mäßig; +++ = gut

Urinabsatz: Anzahl während Eberanwesenheit

Bemerk: SA = während / direkt nach der KB Sperma-Ausfluss;
unr. = während KB unruhig trocken = Vaginal-SH trocken
schnell = Sperma sehr schnell eingesogen lang = Sperma nur sehr langsam eingesogen
Milch = Milchfluss während Stimulation; FB = Friktionsbewegungen der Sau
gez. = Schwanz gezittert als Eber vor Gruppe (G) / vor Nachbargruppe (NG) / während KB (KB)
T. ab = Spermatube während KB von Katheter abgefallen
nur 1/2 T. = nur 1/2 Tube Sperma reingelaufen (sehr unruhig)
K. raus = während KB Katheter herausgerutscht B.l.a.K. = nach KB Blut am Katheter

	Sau	VM	NM
31	629	0	—
32	675	0	—

Anhang 2: Beispiel eines Erfassungsbogens für die Videobeobachtung

Tag 6

Seite 1

V1

Verhaltensprotokoll während Eberanwesenheit Mi 28.02.07:

Sauengruppe			62/2				62/1			
Zeitphase	Verhalten	Sau 8 677	Sau 7 628	Sau 6 680	Sau 5 665	Sau 4 608	Sau 3 547	Sau 2 607	Sau 1 462	
Vorbereitung der BK/KB (Tore schließen und Eber vor Sauen, die nicht videoüberwacht sind)	Rüssel durch Absperrung strecken	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 35	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 27	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 16	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 11	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 16	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 11	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 22	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 9	
	Blickkontakt zu Eber	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 26	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 13	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 24	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 21	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 12	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 11	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 35	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 13	
	Rücken krümmen und Ohren aufstellen	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 3	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 7	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 3	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 1	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 4	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 11	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 4	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 5	
	Stangenbeißen	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 1	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 1	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 6	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 6	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 2	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 2	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 1	
	Rüsselkontakt zu Eber (nur für 1 möglich)	< 2 sec (kurz)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 4
		> 2 sec (lang)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 1
	Hinlegen	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	
Eber vor Nachbargruppe (für Gr. 1 Eber 1 vor BK; für Gr. 2 Eber 2 nach BK)	Rüssel durch Absperrung strecken	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 13	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 6	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 10	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 12	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 3	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 3	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 3	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 5	
	Blickkontakt zu Eber	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 22	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 4	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 22	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 22	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 20	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 13	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 16	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 26	
	Rücken krümmen und Ohren aufstellen	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 7	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 1	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 2	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 6	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 5	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 1	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	
	Stangenbeißen	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 2	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 2	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 12	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	
	Rüsselkontakt zu Eber (nur für 5 + 4 möglich)	< 2 sec (kurz)	-----	-----	-----	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 2	-----	-----	-----	
		> 2 sec (lang)	-----	-----	-----	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 3	-----	-----	-----	
	Hinlegen	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT UHT 0	
Rangordnungsplatz der Sau		8	4	6	7	3	5	2	1	

Tag 6

VM

Seite 2

Verhaltensprotokoll für BK ohne KB 14.28.02.07 :

Sauengruppe		62/2				62/1			
Zeitphase	Verhalten	Sau 8 677	Sau 7 628	Sau 6 680	Sau 5 665	Sau 4 608	Sau 3 547	Sau 2 607	Sau 1 462
Eber 1 vor der Gruppe fixiert (außer während BK) <u>G.v. 1</u> 8:18:38 8:24:18 <u>G.v. 2</u> 8:25:09 8:33:49	Rüssel durch Absperrung strecken		UHT UHT UHT UHT UHT IIII 29		UHT UHT II		UHT UHT UHT UHT II	22	
	Blickkontakt zu Eber 1		UHT UHT UHT UHT UHT III 28		UHT UHT UHT UHT UHT 25		UHT UHT UHT UHT UHT 25		
	Blickkontakt zu Eber 2		UHT UHT UHT UHT I 21			0		UHT II 7	
	Rücken krümmen und Ohren aufstellen		UHT UHT 10		UHT II 7		UHT III 8		
	Stangenbeißen			0		0		0	
	Rüssel-scheibenkontakt zu Eber 1 < 2 sec (kurz)		UHT 5		UHT II 7		0		
	Rüssel-scheibenkontakt zu Eber 1 > 2 sec (lang)		IIII 4		III 3		II 2		
	Rüssel-scheibenkontakt zu Eber 2 < 2 sec (kurz)								
	Rüssel-scheibenkontakt zu Eber 2 > 2 sec (lang)								
	Eber steigt an Absperrung hoch Hinlegen		I 1 0		II 2 0		II 2 0		
während manueller Stimulation zur Brunstkontrolle (BK) bzw. manueller Stimulation vor KB	Blickkontakt zu Eber 1	II 2	0	I 1	0	I 1	I 1	I 1	0
	Blickkontakt zu Eber 2	0	0	0	I 1	0	0	0	I 1
	Rücken krümmen und Ohren aufstellen	I 1	I 1	I 1	I 1	I 1	I 1	I 1	I 1
	Rüssel-scheibenkontakt < 2 sec (kurz)	0	0	0	E1 0 E2 I 1	0	0	0	E1 0 E2 I 1
	Rüssel-scheibenkontakt > 2 sec (lang)	0	0	0	E1 0 E2 0	0	0	0	E1 0 E2 0
	Eber steigt an Absperrung hoch	0	0	0	0	0	0	0	0
Duldung (+ / 0) sowie wieviele pos. Duldung im Zyklus		+ 5.	+ 5.	0	+ 5.	0	+ 4.	+ 1.	+ 3.
nach der BK erfolgt KB (+) bzw. erfolgt keine KB (0)		+ KB3	+ KB3	0	+ KB3	0	+ KB2	0	KB2
Gesamtzahl der pos. BK		5	6	2	6	5	5	5	5

Tag 6

Seite 3

V12

Verhaltensprotokoll für vor/nach KB

Mi 28.02.07 :

Sauengruppe		62/2				62/1			
Zeitphase	Verhalten	Sau 8 677	Sau 7 628	Sau 6 680	Sau 5 665	Sau 4 608	Sau 3 547	Sau 2 607	Sau 1 462
Eber 1 vor der Gruppe fixiert vor der KB (manuelle Stimulation vor KB = BK) <u>G.r. 1</u> a.b 8:18:38	Rüssel durch Abspernung strecken	III 1 6	II 2		I 1	II 2			0
	Blickkontakt zu Eber 1	III 4	II 2		I 1	III 3			0
	Blickkontakt zu Eber 2	0	0		I 1	I 1			0
	Rücken krümmen u. Ohren aufstellen	III 3	I* 1*		I 1	II 2			I* 1*
	Stangenbeißen	0	0		0	0			0
	Rüssel- scheiben- kontakt < 2 sec (kurz)	III 1 3	III 5		0	I 1			0
	Rüssel- kontakt > 2 sec zu Eber 1 (lang)	III 5	0		0	III 3			0
	Rüssel- scheiben- kontakt < 2 sec (kurz)	-----	-----		0	-----			0
	Rüssel- kontakt > 2 sec zu Eber 2 (lang)	-----	-----		0	-----			0
	Eber steigt an Ab- sperrung hoch	III 3	0		0	I 1			0
Eber 1 vor der Gruppe fixiert nach der KB (manuelle Stimulation vor KB = BK) <u>G.r. 1</u> b.s 8:24:18	Zeitdauer (von Eber 1 vor der Gruppe bis Beginn der BK)	8:25:09 8:28:36	8:25:09 8:29:45		8:25:09 8:25:23	8:18:38 8:20:25			8:18:38 8:18:45
	Rüssel durch Abspernung strecken	II 2	III 3		I 1	0			II 2
	Blickkontakt zu Eber 1	I 1	III 4		I 1	II 2			III 3
	Blickkontakt zu Eber 2	0	0		I 1	0			III 4
	Rücken krümmen u. Ohren aufstellen	0	II 2		II 2	I* 1*			I 1
	Stangenbeißen	0	0		0	0			0
	Rüssel- scheiben- kontakt < 2 sec (kurz)	0	0		III 1 3	II 2			I 1
	Rüssel- kontakt > 2 sec zu Eber 1 (lang)	0	0		I 1	I 1			0
	Rüssel- scheiben- kontakt < 2 sec (kurz)	-----	-----		0	-----			0
	Rüssel- kontakt > 2 sec zu Eber 2 (lang)	-----	-----		0	-----			0
<u>G.r. 2</u> b.s 8:33:45	Eber 1 steigt an Abspernung hoch	0			II 2	I 1			0
	Zeitdauer (von Ende der KB bis Ende "Eber 1 vor Gr.")	8:32:19 8:33:43	8:31:47 8:33:43		8:31:57 8:33:43	8:23:43 8:24:18			8:22:25 8:24:18
	KB 1, 2 oder 3	3	3	/	3	/	2	/	2

durch-
gehend

Tag 6

VM

Seite 4

Verhaltensprotokoll für KB Mi 28.02.07 :

Sauengruppe		62/2				62/1			
Zeitphase	Verhalten	Sau 8 677	Sau 7 628	Sau 6 680	Sau 5 665	Sau 4 608	Sau 3 547	Sau 2 607	Sau 1 462
während der KB	Blickkontakt zu Eber 1	11 2	III 5		III III 8		III 3		1 1
	Blickkontakt zu Eber 2	0	I 1		III III III 15		0		III 3
	Rüssel- scheiben- kontakt zu Eber 1	< 2 sec (kurz) 1 1	III 3		1 1		1 1		II 2
	> 2 sec (lang)	II 2	III 4		1 1		0		III II 7
	Rüssel- scheiben- kontakt zu Eber 2	< 2 sec (kurz) ----- -----	----- -----		1 1		----- -----		0
	> 2 sec (lang)	----- -----	----- -----		III 5		----- -----		0
	Eber steigt an Absperrung hoch	II 2	II 2		0		0		II 2
	ggr. Unruhe während der KB (hin u. her treten)	II 2	I 1		II 2		II 2		I 1
	hgr. Unruhe während der KB (heftige Bewegungen)	I 1	0		1 1		0		0
	man. Stimulation während der KB	III 3	II 3		0		III 4		II 2
	man. Stimulation direkt nach KB	0	0		1 1		0		0
	Stangenbeißen	0	0		0		0		0
	Dauer der KB (von Bügel aufsetzen bis Bügel abnehmen)	8:25: 09 8:32: 13	8:27: 41 8:34: 47		8:25: 52 8:34: 57		8:20: 41 8:23: 43		8:13: 13 8:22: 25
KB 1, 2 oder 3		3	3	1	3	1	2	1	2
Rangordnungsplatz der Sau		8	4	6	7	3	5	2	1

Tag 6

Seite 5

VM

Verhaltensprotokoll für Stimulation durch Eber 2 nach BK *Mc* : 28.02.07

Sauengruppe		62/2				62/1			
Zeitphase	Verhalten	Sau 8 677	Sau 7 628	Sau 6 680	Sau 5 665	Sau 4 608	Sau 3 547	Sau 2 607	Sau 1 462
Eber 2 vor der Gruppe fixiert (nach BK ohne KB) <u>Gr. 1</u> 8:24:26 8:33:08 <u>Gr. 2</u> 8:33:58 8:40:10	Rüssel durch Absperrung strecken			IHT IHT IHT IHT II 22		IHT IHT IHT 15		IHT IHT IHT IHT IIII 24	
	Blickkontakt zu Eber 2			IHT IHT IHT IHT IIII 24		IHT IHT IHT 15		IHT IHT IHT IHT IIII 24	
	Blickkontakt zu Eber 1					IHT 5		IHT I 6	
	Rücken krümmen und Ohren aufstellen			IHT III 8		IHT 5		IHT II 7	
	Stangenbeißen			0		I 1		I 1	
	Rüssel-scheibenkontakt zu Eber 2			IHT II 7		IHT IHT I 11		II 2	
	> 2 sec (lang)			IIII 4		III 3		0	
	Rüssel-scheibenkontakt zu Eber 1					0			
	> 2 sec (lang)					I 1			
	Eber 2 steigt an Absperrung hoch			0		0		0	
	Hinlegen			0		0		0	
KB 1, 2 oder 3		3	3	/	3	/	2	/	2

Tag 6

Seite 6

VM

Verhaltensprotokoll für Nachstimulation durch Eber 2 4.28.02.07:

Sauengruppe		62/2				62/1			
Zeitphase	Verhalten	Sau 8 677	Sau 7 628	Sau 6 680	Sau 5 665	Sau 4 608	Sau 3 547	Sau 2 607	Sau 1 462
Eber 2 vor der Gruppe fixiert nach der KB <u>Gr. 1</u> 8:24:26 8:33:08 <u>Gr. 2</u> 8:33:58 8:40:10	Rüssel durch Abspernung strecken	LHT LHT 111 13	LHT LHT 1 11		LHT LHT LHT LHT LHT 1 26		LHT LHT LHT LHT 1 21		LHT LHT 111 13
	Blickkontakt zu Eber 2	LHT 1111 9	LHT 1 6		LHT LHT LHT 15		LHT LHT LHT LHT 11 22		LHT LHT LHT 1 16
	Blickkontakt zu Eber 1	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----		LHT 111 8		0
	Rücken krümmen und Ohren aufstellen	LHT 11 7	111 3		LHT LHT 11 12		1111 4		1111 4
	Stangenbeißen	0	0		LHT LHT LHT LHT 11 23		0		1111 4
	Rüssel-scheibenkontakt zu Eber 2	< 2 sec (kurz)	LHT 1 6	LHT 5	0		LHT 1 6		0
		> 2 sec (lang)	11 2	LHT 1 6	0		111 3		0
	Rüssel-scheibenkontakt zu Eber 1	< 2 sec (kurz)	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----		----- ----- ----- -----		----- ----- ----- -----
		> 2 sec (lang)	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----		----- ----- ----- -----		----- ----- ----- -----
	Eber steigt an Abspernung hoch	0	0		0		0		0
	Hinlegen	0	0		0		0		0
	Zeitdauer (von Beginn "Eber 2 vor Gr." bis Ende "Eber 2 vor Gr.")	8:33:58 8:40:10			8:33:58 8:40:10		8:24:26 8:33:08		8:24:26 8:33:08
KB 1, 2 oder 3		3	3	/	3	/	2	/	2

Anhang 3: Beispiele von Erfassungsbögen zur Immobilisation p. KB

Immobilisation p. KB 1:

Gruppe: 45/1

Sau	Sau 4 565			Eber vor Gruppe			Eber vor Nachbarsgruppe (nur für Gr 1 möglich)			Sau 1 468		
	KB-Ende/D.-Beg.	Duldungs-Ende	Dauerl (min:ss)	KB-Ende/D.-Beg.	Duldungs-Ende	Dauerl (min:ss)	KB-Ende/D.-Beg.	Duldungs-Ende	Dauerl (min:ss)	KB-Ende/D.-Beg.	Duldungs-Ende	Dauerl (min:ss)
Duldung												
KB-Ende:	08:26:39	08:26:41	00:02	15:53:05	15:55:12	02:07	08:26:24	08:27:49	01:25	15:52:50	15:52:50	00:00
	08:27:03	08:27:11	00:08	15:55:22	15:56:00	00:38	08:28:03	08:29:26	01:23	15:53:51	15:54:04	00:08
			00:00	15:56:05	15:56:09	00:04	08:29:33	08:29:38	00:05	15:54:10	15:54:40	00:38
			00:00	15:56:12	15:56:21	00:09	08:33:51	08:34:09	00:18	15:55:21	15:55:38	00:17
			00:00	15:56:42	15:56:51	00:09	08:34:18	08:34:24	00:06	15:59:07	15:59:15	00:08
			00:00	16:00:01	16:00:16	00:15	08:34:38	08:34:48	00:10	16:00:01	16:00:17	00:16
			00:00	16:01:13	16:01:19	00:06	08:35:01	08:35:50	00:49			00:00
			00:00			00:00	08:36:09	08:36:46	00:37			00:00
			00:00			00:00	08:37:05	08:37:18	00:13			00:00
			00:00			00:00	08:37:32	08:38:11	00:39			00:00
			00:00			00:00	08:38:24	08:38:58	00:34			00:00
			00:00			00:00	08:38:24	08:39:03	00:24			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00

Immobilisation p. KB 2:

Gruppe: 61/1

Farben: Eber 1 vor Gruppe Eber 2 vor Gruppe Eber 2 vor Nachzugprobe (nur für Gr. 1 möglich)												
Sau	Sau 4 661			Sau 3 674			Sau 2 606			Sau 1 689		
Duldung	KB-Ende/D.-Beg.	Duldungs-Ende	Dauer (mm:ss)	KB-Ende/D.-Beg.	Duldungs-Ende	Dauer (mm:ss)	KB-Ende/D.-Beg.	Duldungs-Ende	Dauer (mm:ss)	KB-Ende/D.-Beg.	Duldungs-Ende	Dauer (mm:ss)
KB-Ende:	08:10:42	08:12:15	01:33	08:10:21	08:11:14	00:53	08:08:47	08:10:15	01:28	16:03:24	16:03:57	00:33
	08:12:26	08:12:49	00:23	08:11:19	08:11:38	00:19	08:10:22	08:10:51	00:29	16:04:03	16:05:45	01:42
	08:12:57	08:13:01	00:04	08:11:55	08:12:03	00:08	08:11:04	08:11:10	00:06	16:05:55	16:06:12	00:17
	08:13:05	08:13:12	00:07	08:12:13	08:12:16	00:05	08:11:29	08:11:39	00:13	16:06:20	16:06:36	00:16
	08:13:35	08:14:02	00:27	08:12:36	08:12:44	00:08	08:11:43	08:11:52	00:09	16:07:12	16:07:24	00:12
	08:14:08	08:14:58	00:50			00:00	08:12:05	08:12:09	00:04	16:07:38	16:07:42	00:04
	08:15:05	08:15:12	00:07			00:00	08:12:26	08:12:35	00:09	16:07:59	16:08:11	00:12
	08:15:28	08:15:55	00:27			00:00	08:12:39	08:12:51	00:12	16:08:18	16:08:21	00:03
	08:16:00	08:16:16	00:16			00:00	08:13:08	08:13:14	00:06			00:00
	08:16:27	08:17:37	01:10			00:00	08:13:33	08:13:40	00:07			00:00
	08:17:54	08:18:13	00:19			00:00	08:13:48	08:13:58	00:10			00:00
	08:18:16	08:18:40	00:24			00:00	08:14:03	08:14:36	00:33			00:00
	08:19:21	08:19:28	00:07			00:00	08:14:09	08:14:13	00:04			00:00
			00:00			00:00	08:15:28	08:16:08	00:40			00:00
			00:00			00:00	08:16:38	08:16:43	00:05			00:00
			00:00			00:00	08:16:46	08:17:03	00:17			00:00
			00:00			00:00	08:17:31	08:17:49	00:18			00:00
			00:00			00:00	08:17:52	08:18:15	00:23			00:00
			00:00			00:00	08:18:20	08:18:48	00:28			00:00
			00:00			00:00	08:19:07	08:19:22	00:15			00:00
			00:00			00:00	08:20:01	08:20:11	00:10			00:00
			00:00			00:00	08:21:25	08:21:53	00:28			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00:00			00:00
			00:00			00:00			00			

Ich erkläre:

Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündliche Auskünfte 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.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Steffen Hoy für die Überlassung des Themas, für die Betreuung während der praktischen Durchführung der Untersuchung und der Auswertung des Datenmaterials sowie für die konstruktive Durchsicht des Manuskripts.

Der Dr. Dr. h. c. Karl-Eibl-Stiftung danke ich für die finanzielle Unterstützung zur Durchführung der Untersuchungen.

Den Mitarbeitern der Lehr- und Forschungsstation des Oberen Hardthofes danke ich für die gute Zusammenarbeit während der praktischen Durchführung. Insbesondere erwähnen möchte ich hier Dieter Albrecht, dem der Hauptteil der anfallenden Brunstkontrollen und Besamungen zufiel, die er äußerst gewissenhaft und engagiert durchführte, sowie Horst Brandt, dessen ruhiger Umgang mit den Tieren besonders bei der Arbeit mit den Ebern und den anfallenden Umstellungen der Tiere sehr hilfreich war. Des Weiteren danke ich den Mitarbeitern der Werkstatt für den Umbau der Tore im Eberlaufgang.

Bei Prof. Dr. Kauffold sowie der prakt. Tierärztin Undine Sassmann möchte ich mich für die praktische Einführung und Anleitung zur sonographischen Ovardiagnostik bei Sauen bedanken.

Bei den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Tierhaltung und Haltungsbiologie bedanke ich mich für die tolle gemeinsame Zeit: die freundliche Aufnahme im Team, das gute Arbeitsklima sowie die gegenseitige Unterstützung und Hilfestellung bei praktischen und theoretischen Fragestellungen. Besonders bedanken möchte ich mich bei Verena für die produktive und gute Zusammenarbeit bei der Ultraschalldiagnostik sowie für die vielen fruchtbaren Diskussionen. Carmen danke ich für den zuverlässigen Wechsel der Videokassetten am Wochenende sowie die Datenerhebung im Stall während meiner Schwangerschaft.

Meinem Schwiegervater danke ich für das gründliche und ausdauernde Korrekturlesen des Manuskriptes.

Besonders herzlich danke ich meinem Mann und meiner Tochter für das mir entgegengebrachte Verständnis, die Aufmunterungen und die Schaffung von Freiräumen zum Anfertigen dieser Arbeit.



ISBN 978-3-86345-136-3



Verlag: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft Service GmbH
35392 Gießen · Friedrichstraße 17 · Tel. 0641 / 24466 · Fax: 0641 / 25375
E-Mail: info@dvg.de · Internet: www.dvg.de