

Hochschule Anhalt

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung



Bachelorarbeit

Thema: „Untersuchungen zum Verlauf der hormonellen Situation im peri- und postnatalen Zeitraum bei Sauen der Deutschen Landrasse in Bezug zu ausgewählten Parametern der Umwelt und der Ferkel“

Name: Wilhelm Kondring

Matrikelnummer: [REDACTED]

Geboren am: [REDACTED]

Studiengang: Bachelor Landwirtschaft / Agrarmanagement

1. Gutachter: Dr. Kathleen Schlegel

2. Gutachter: Prof. Dr. Heiko Scholz

Bernburg (Saale), den 02.05.2023

Bibliographische Beschreibung

Name, Vorname: Kondring, Wilhelm

Thema: „Untersuchungen zum Verlauf der hormonellen Situation im peri- und postnatalen Zeitraum bei Sauen der Deutschen Landrasse in Bezug zu ausgewählten Parametern der Umwelt und der Ferkel“

2023 / 73 Seiten / 53 Tabellen / 26 Abbildungen

Bernburg: Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und
Landschaftsentwicklung

Autorreferat:

In dieser Arbeit wurden endokrinologische und ethologische Daten aus Würfen von multiparen Sauen der Deutschen Landrasse ausgewertet. Die Daten stammen vom Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf.

Ausgewertet wurden die Konzentrationen von Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol, Oxytocin und Glukose im Blut der Sauen im peri- und postnatalen Zeitraum, sowie deren Verläufe in selbigen Zeitraum.

Außerdem wurde untersucht ob die Haltungformen Bewegungsbucht und Ferkelschutzkorb einen Einfluss auf die Hormonkonzentrationen und deren Verläufe ausüben.

Des Weiteren wurden die unterschiedlichen Hormonkonzentrationen auf ihre Wirkung auf den Zwischenferkelintervall und den ersten Zitzenkontakt überprüft.

Inhaltsverzeichnis	I
Bibliographische Beschreibung	I
Inhaltsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
1 Einleitung.....	1
2 Literatur	2
2.1 Geschichte und Rassemerkmale der Deutschen Landrasse.....	2
2.2 Ausgewählte Hormone und deren Biologie im peri-und postnatalen Verlauf	3
2.2.1 Adrenalin und Noradrenalin.....	3
2.2.2 Cortisol.....	6
2.2.3 Oxytocin	8
2.2.4 Glukose.....	10
2.3 Haltungseinfluss auf die ausgewählten Hormone.....	13
2.4 Zwischenferkelintervall.....	15
2.5 Erster Zitzenkontakt der Ferkel	17
3 Zielstellung	19
4 Material und Methoden	20
4.1 Material.....	20
4.2 Methode	21
4.2.1 Datenerhebung	21
4.2.2 Datenaufbereitung.....	22
4.2.3 Datenauswertung	23
5 Ergebnisse.....	24
5.1 Allgemeine Versuchsergebnisse.....	24
5.2 Adrenalin	25
5.3 Noradrenalin	31
5.4 Cortisol	36
5.5 Oxytocin	41
5.6 Glukose	46
5.7 Zwischenferkelintervall.....	51
5.8 Erster Zitzenkontakt.....	55
6 Diskussion	59
6.1 Adrenalin: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungsfom	59

6.2	Noradrenalin: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungsform	60
6.3	Cortisol: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungsform	60
6.4	Oxytocin: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungsform	62
6.5	Glucose: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungsform	63
6.6	Zwischenferkelintervall.....	64
6.7	Erster Zitzenkontakt.....	65
6.8	Hinweise und Anmerkungen zur Diskussion	66
7	Schlussfolgerungen	68
8	Zusammenfassung	69
9	Literaturverzeichnis.....	70
10	Selbstständigkeitserklärung.....	VII

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Schema der Blutprobenentnahmen	21
Tabelle 2:	Zuordnung der innergeburtlichen Werte für Hormone, ZFI und erster ZK	23
Tabelle 3:	Übersicht Versuchsergebnisse zu Würfen und Ferkeln	24
Tabelle 4:	Adrenalingehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungsform.	25
Tabelle 5:	Adrenalingehalt aller Sauen nach Tagen	25
Tabelle 6:	Adrenalingehalt der Sauen in der Bewegungsbucht nach Tagen	26
Tabelle 7:	Adrenalingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb nach Tagen	26
Tabelle 8:	Adrenalingehalt der Sauen aus der Klasse D3 nach Haltungsform	27
Tabelle 9:	Adrenalingehalt aller Sauen innerhalb der Geburt	28
Tabelle 10:	Adrenalingehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt	28
Tabelle 11:	Adrenalingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt	29
Tabelle 12:	Adrenalingehalt der Sauen aus der Klasse h5 nach Haltungsform	29
Tabelle 13:	Adrenalingehalt der Sauen aus der Klasse h6 nach Haltungsform	29
Tabelle 14:	Noradrenalingehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungsform	31
Tabelle 15:	Noradrenalingehalt aller Sauen nach Tagen	31
Tabelle 16:	Noradrenalingehalt der Sauen in den Bewegungsbuchten	32
Tabelle 17:	Noradrenalingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb	32
Tabelle 18:	Noradrenalingehalt aller Sauen innerhalb der Geburt	33
Tabelle 19:	Noradrenalingehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt	34
Tabelle 20:	Noradrenalingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt	34
Tabelle 21:	Cortisolgehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungsform	36
Tabelle 22:	Cortisolgehalt aller Sauen nach Tagen	36
Tabelle 23:	Cortisolgehalt der Sauen in Bewegungsbuchten nach Tagen	37
Tabelle 24:	Cortisolgehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb nach Tagen	37
Tabelle 25:	Cortisolgehalt aller Sauen innerhalb der Geburt	38
Tabelle 26:	Cortisolgehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt	39
Tabelle 27:	Cortisolgehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt	39
Tabelle 28:	Oxytocingehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungsform	41
Tabelle 29:	Oxytocingehalt aller Sauen nach Tagen	41
Tabelle 30:	Oxytocingehalt der Sauen aus der Klasse D3 nach Haltungsform	42
Tabelle 31:	Oxytocingehalt aller Sauen in Bewegungsbuchten nach Tagen	42
Tabelle 32:	Oxytocingehalt aller Sauen im Ferkelschutzkorb nach Tagen	42
Tabelle 33:	Oxytocingehalt aller Sauen innerhalb der Geburt	43
Tabelle 34:	Oxytocingehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt	44
Tabelle 35:	Oxytocingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt	44
Tabelle 36:	Glucosegehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungsform	46
Tabelle 37:	Glucosegehalt aller Sauen nach Tagen	46
Tabelle 38:	Glucosegehalt aller Sauen in Bewegungsbuchten nach Tagen	47
Tabelle 39:	Glucosegehalt aller Sauen im Ferkelschutzkorb nach Tagen	47
Tabelle 40:	Glucosegehalt aller Sauen innerhalb der Geburt	48
Tabelle 41:	Glucosegehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt	48
Tabelle 42:	Glucosegehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt	49
Tabelle 43:	Zwischenferkelintervall aller Sauen nach Haltungsform	51

Tabelle 44:	Zwischenferkelintervall aller Sauen	51
Tabelle 45:	Zwischenferkelintervall der Sauen in Bewegungsbuchten	52
Tabelle 46:	Zwischenferkelintervall der Sauen im Ferkelschutzkorb	52
Tabelle 47:	Vergleich Glucose in 3 Klassen zu Zwischenferkelintervall aller Sauen.....	53
Tabelle 48:	1. Zitzenkontakt bei allen Sauen nach Haltungsform	55
Tabelle 49:	1. Zitzenkontakt aller Sauen	55
Tabelle 50:	1. Zitzenkontakt der Sauen in Bewegungsbuchten	56
Tabelle 51:	1. Zitzenkontakt der Sauen im Ferkelschutzkorb	56
Tabelle 52:	1. Zitzenkontakt zum Zeitraum h3 Sauen nach Haltungsform.....	57
Tabelle 53:	Vergleich Glucose in 3 Klassen zum 1. Zitzenkontakt bei allen Sauen	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht der AdrenalinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), YONGDAE et al. (2020) und ZHANG et al. (2021)	4
Abbildung 2:	Übersicht der NoradrenalinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), YONGDAE et al. (2020) und ZHANG et al. (2021)	5
Abbildung 3:	Übersicht der CortisolKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), OLIVIERO et al. (2008), ZHANG et al. (2021) und LE COZLER et al. (1999).....	7
Abbildung 4:	Übersicht der OxytocinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), JARVIS et al. (2000) und ZHANG et al. (2021)	9
Abbildung 5:	Übersicht der GlucoseKonzentrationen bei den Versuchen von BLIM (2020), OLIVEIRA et al. (2020), GOURLEY et al. (2020), ZHANG et al. (2021) und LE COZLER et al. (1999)	12
Abbildung 6:	Zwischenferkelintervall verschiedener Rassen in Bezug zur Position der Ferkel in der Geburtsreihenfolge (VAN DIJK et al., 2005).....	16
Abbildung 7:	Aufstellungsform zur Abferkelung.....	20
Abbildung 8:	Verlauf des Adrenalinergehalts im gesamten Untersuchungszeitraum	27
Abbildung 9:	Verlauf des Adrenalinergehalts innerhalb der Geburt	30
Abbildung 10:	Übersicht der AdrenalinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), YONGDAE et al. (2008), ZHANG et al. (2020) und der eigenen Untersuchung.....	30
Abbildung 11:	Verlauf des Noradrenalinergehalts im gesamten Untersuchungszeitraum ...	33
Abbildung 12:	Verlauf des Noradrenalinergehalts innerhalb der Geburt	35
Abbildung 13:	Übersicht der NoradrenalinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), YONGDAE et al. (2008), ZHANG et al. (2021) und der eigenen Untersuchung.....	35
Abbildung 14:	Verlauf des Cortisolergehalts im gesamten Untersuchungszeitraum	38
Abbildung 15:	Verlauf des Cortisolergehalts innerhalb der Geburt	40
Abbildung 16:	Übersicht der CortisolKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), OLIVIERO et al. (2008), ZHANG et al. (2021), LE COZLER et al. (1999) und der eigenen Untersuchung	40
Abbildung 17:	Verlauf des Oxytocinergehalts im gesamten Untersuchungszeitraum	43
Abbildung 18:	Verlauf des Oxytocinergehalts innerhalb der Geburt	45
Abbildung 19:	Übersicht der OxytocinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), JARVIS et al. (2000), ZHANG et al. (2021) und der eigenen Untersuchung.....	45
Abbildung 20:	Verlauf des Glucosegehalts im gesamten Untersuchungszeitraum	47
Abbildung 21:	Verlauf des Glucosegehalts innerhalb der Geburt	49
Abbildung 22:	Übersicht der GlucoseKonzentrationen bei den Versuchen von BLIM (2020), OLIVEIRA et al. (2020), GOURLEY et al. (2020), ZHANG et al. (2021) LE COZLER et al. (1999) und der eigenen Untersuchung.....	50
Abbildung 23:	Verlauf des Zwischenferkelintervalls	53
Abbildung 24:	Verlauf des Zwischenferkelintervalls in Minuten in Bezug zum Glucosegehalt in 3 Klassen	54
Abbildung 25:	Verlauf des 1. Zitzenkontakts	57
Abbildung 26:	Verlauf der Zeit von Expulsion bis zum 1. Zitzenkontakt in Minuten in Bezug zum Glucosegehalt in 3 Klassen	58

Abkürzungsverzeichnis

ACTH	Ardenokortikotropes Hormon
Anova Sig	Anova Signifikanz
ATP	Adenosintriphosphat
BHZP	Bundes-Hybrid-Zuchtprogramm
bzw	beziehungsweise
ca	circa
dl	deziliter
DL	Deutsche Landrasse
DLS	Deutsche Landrasse Sauenlinie
DLB	Deutsche Landrasse Belgische Linie
D 1	Klassenbezeichnung für den letzten ermittelten Wert vor der Geburt
D 2	Klassenbezeichnung für Werte von Geburtsbeginn bis Geburtsende.
D 3	Klassenbezeichnung für ermittelte Wert am 1. Tag nach der Geburt.
D 4	Klassenbezeichnung für ermittelte Wert am 2. Tag nach der Geburt.
D 5	Klassenbezeichnung für ermittelte Wert am 3. Tag nach der Geburt.
FBN	Forschungsinstitut für Nutztierbiologie, Dummerstorf
e.V.	eingetragener Verein
1. ZK	erster Zitzenkontakt
ges	Gesamt
ha	Hektar
h 1	Klassenbezeichnung für den ersten gemessenen Wert innerhalb von 10 Minuten nach Geburtsbeginn.
h 2	Klassenbezeichnung für den Mittelwert aus den Messungen der folgenden Stunde (Minute 11 – 70).
h 3	Klassenbezeichnung für den Mittelwert aus den Messungen der 2. Stunde (Minute 71 – 130).
h 4	Klassenbezeichnung für den Mittelwert aus den Messungen der 3. Stunde (Minute 131 – 190).
h 5	Klassenbezeichnung für den Mittelwert der restlichen Messungen von Minute 191 bis zum vorletzten Wert.

h 6	Klassenbezeichnung für den letzten gemessenen Wert innerhalb der Geburt (60 Minuten nach letztem Ferkel).
kg	Kilogramm
Max	Maximalwert
Min	Minimalwert
min	Minuten
ml	Milliliter
mmol/ml	millimol pro Milliliter
mmol/L	millimol pro Liter
MW	Mittelwert
n	Anzahl
ng	Nanogramm
nmol L ⁻¹	Nanomol pro Milliliter
p	Signifikanz
pg	pikogramm
pmol	pikomol
SD	Standardabweichung
VK	Variationskoeffizient
z.B.	zum Beispiel
ZFI	Zwischenferkelintervall

1 Einleitung

In den öffentlichen Medien wird die konventionelle Tierhaltung teilweise sehr stark kritisiert. Dabei werden dem Verbraucher häufig erschreckende und teils auch verstörende Bilder über Haltungsbedingungen gezeigt die nur in Ausnahmefällen der Realität entsprechen. Aber auch Bilder aus einer guten, weitgehend artgerechten konventionellen Tierhaltung erzeugen bei Verbrauchern Unverständnis. Dabei muss berücksichtigt werden das viele Verbraucher, teilweise schon über mehrere Generationen, keinen Kontakt zu einer Tierhaltung haben die zur Gewinnung von Nahrungsmitteln dient. Dazu kommt noch das über die Filmindustrie teilweise ein Tierbild vermittelt wird das immer menschenähnlicher wird. Wenn auch die Tiere meistens zwar noch nicht sprechen können, so verstehen sie den Menschen doch in den meisten Fällen. Oft verhalten sich diese Tiere dann so wie man es von Menschen erwarten oder erhoffen würde. In animierten Tierfilmen wird Tieren nicht nur eine menschenähnliche Persönlichkeit zugeordnet sondern auch eine menschliche Gestik und Sprache mit synchronisierten Lippenbewegungen. Man kann annehmen das bei Kindern, den späteren Verbrauchern, so fast schon zwangsläufig eine Identifizierung mit dem Tier stattfindet und die eigenen Wünsche, Werte und Vorstellungen von Freiheit und sich Wohlfühlen auf die Tiere übertragen wird.

Demgegenüber stehen die wirtschaftlichen Interessen der (konventionellen) Tierhalter. Ein größeres Platzangebot für die Tiere bedeutet gleichzeitig höhere Kosten beim Bau der Ställe. Ein Auslauf für die Tiere, Kontakt zur freien Natur und zu Artgenossen verursacht in vielen Fällen Mehrarbeit und Mehrkosten wie zum Beispiel durch Verletzungen bei Rankämpfen oder zusätzlichen Krankheiten wie zum Beispiel Befall mit Parasiten bei der Haltung im Freien. Zwar haben die Haltungsformen mit mehr Tierwohl in den letzten Jahren einen Zulauf beim Verbraucher erhalten. Doch die Krise in diesem Jahr (2022) zeigt das die Nachfrage nach Produkten aus tierfreundlicheren Haltungsformen zurückgeht wenn das zur Verfügung stehende Geld beim Verbraucher weniger wird.

Um eine bessere gesellschaftliche Akzeptanz moderner konventioneller Haltungsformen zu erreichen bedarf es auch wissenschaftlicher Untersuchungen die beschreiben was für Bedürfnisse die Tiere tatsächlich haben und wie ein Kompromiss zwischen tierfreundlicher Haltungsform und Wirtschaftlichkeit aussehen könnte. Nachfolgend müssten die Ergebnisse dann der Gesellschaft und dem Verbraucher vermittelt werden, was vielleicht die größere Herausforderung ist.

Diese Arbeit soll nun dazu beitragen mehr Daten zum Geburtsgeschehen zu sammeln. Die Zeit um den Geburtstermin ist in der Schweinehaltung ein ganz wesentlicher Faktor. Zu den Belastungen die sich aus der Geburt ergeben kommen die haltungsbedingten Belastungen hinzu, sofern diese tatsächlich wissenschaftlich nachweisbar wären. Nach LOEFFLER und GÄBEL (2015) eignen sich die Hormone Cortisol, Adrenalin und Noradrenalin gut zur Bestimmung der Stressbelastung eines Organismus.

Daher wurden diese Hormone für diese Arbeit ausgewählt. Außerdem wurde noch Oxytocin untersucht das bekanntermaßen eine große Rolle beim Geburtsgeschehen spielt, und Glucose das für den Stoffwechsel eine Schlüsselstellung innehat.

2 Literatur

2.1 Geschichte und Rassemerkmale der Deutschen Landrasse

Die ursprünglich robusten und spätreifen Landschweine hatten bis zur 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts vielfältige Variationen entwickelt. Eine auf extensive Haltungsformen ausgerichtete Landschweinezucht in Niedersachsen, Sachsen und Westfalen begann dann durch Einkreuzung von englischen Large White die Mastleistungen, die Fruchtbarkeit und Frühreife sowie den Fleischanteil zu erhöhen. Durch die Einführung von Zuchtviehausstellungen und unter dem Einfluss führender Züchter wurde dann ein einheitliches Zuchtziel ausgegeben. Angestrebt wurde ein mittel- bis großrahmiger Typ für eine intensive Fleisch- und Fettproduktion. Die Anerkennung als eigenständige Rasse erfolgte im Jahr 1904 unter der Bezeichnung „Deutsche veredelte Landschweine“. Anfang des 20. Jahrhunderts wandelte sich das Zuchtziel erneut, es erfolgte eine Ausrichtung auf die Nutzung als „Mehrzweckschwein“ zur Erzeugung von Frischfleisch und Dauerwaren. Die Mastendgewichte sollten zwischen 110 kg und 150 kg liegen. In den 50er Jahren erfolgte eine weitere Änderung des Zuchtziels in Richtung „Fleischschwein“ durch die erhöhte Nachfrage nach weniger fettem Fleisch. Dazu wurden vermehrt Zuchtschweine aus den Niederlanden eingeführt, die schon unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg das Zuchtziel „Bacontyp“ verfolgt hatten. 1969 erfolgte die Umbenennung der Rasse in „Deutsche Landrasse“. Die Zucht auf einen höheren Fleischanteil ergab einen sehr hohen Anteil stressanfälliger Tiere und letztendlich konnte die erreichte Fleischfülle nicht mit den Nachkommen anderer Rassen wie z.B. Pietrain mithalten. Es erfolgte eine weitere Neuausrichtung des Zuchtziels in Richtung einer Sauenlinie (Deutsche Landrasse Sauenlinie, DLS) zur Anpaarung an fleischreiche Eber. Diese Tiere sollten hervorragende Mastleistungen, einen hohen Fleischanteil, gute Fleischbeschaffenheit bei hoher Fruchtbarkeit und geringer Stressanfälligkeit aufweisen. Rassekennzeichen dieser Tiere waren weiße Borsten und weiße Haut, großrahmiger Körperbau bei mittlerer Schinkenausprägung und mittelgroße Schlappohren. Die Nachfrage nach immer fleischreicheren Tieren in den 60er Jahren führte vor allem im Rheinland und in Schleswig-Holstein zur Einkreuzung von fleischreichen Tieren der Belgischen Landrasse. Es sollte eine fleischreiche Universalrasse bzw. eine spezielle Vaterlinie zur Produktion fleischreicher Nachkommen gezüchtet werden. Diese Linie wurde dann als Deutsche Landrasse B bezeichnet. Ihre Rassemerkmale entsprechen in großen Teilen der DL, jedoch kann man sie durch die etwas kleineren Schlappohren, dem kürzeren, gedrungeneren und breiteren Körperbau und der stärkeren Schinkenausprägung von der DL unterscheiden (SCHMITTEN et al., 1989).

Im Zuchtprogramm Deutsche Landrasse des HYBRIDSCHWEINEZUCHTVERBANDES NORD/OST e.V. mit Stand vom 22.10.2018 wird als Zuchtziel eine Mutterrasse angestrebt, die stabile und hohe Aufzucht- und Fruchtbarkeitsleistungen erzielt, wobei Körperbau, Typ, Gesundheit und Leistung der Sauen diese Ziele ermöglichen sollen. Sehr gute Futtermittelverwertung, gute Schlachtkörperbeschaffenheit und Fleischqualität plus Stressresistenz, Belastbarkeit und Langlebigkeit der Sauen sind ebenfalls erwünscht. Die Tiere sollen wachstumsintensiv bis ca. 120 kg sein. Es sollen rahmige Schweine mit weißen Borsten, weißer Haut und sehr guter Körperlänge mit betonter Bemuskulierung sowie einem korrekten und stabilen Fundament und einer festen Oberlinie gezüchtet werden. Die Zitzenanzahl soll mindestens 7/7 sein bei gleichmäßig entwickeltem Gesäuge. Gewünscht ist außerdem ein leicht gesattelter, ausdrucksvoller Kopf mit mittelgroßen Hängeohren.

2.2 Ausgewählte Hormone und deren Biologie im peri-und postnatalen Verlauf

2.2.1 Adrenalin und Noradrenalin

Adrenalin und Noradrenalin werden der Gruppe der Katecholamine zugeordnet. Sie werden im Nebennierenmark und in Teilen des vegetativen Nervensystems (Sympathikus) gebildet. Sie wirken stark auf das Gefäßsystem und den Kohlenhydratstoffwechsel. Das Mengenverhältnis von Adrenalin und Noradrenalin zueinander ist sowohl abhängig von der Tierart als auch vom Alter der Tiere. Bei Pflanzenfressern überwiegt das Adrenalin, bei Fleischfressern das Noradrenalin. Beide Hormone werden in Ruhe nur in geringen Mengen ausgeschüttet. Sie dienen dabei zur Regulation von Stoffwechsel und Blutkreislauf. Wird Adrenalin in größeren Mengen ausgeschüttet, führt das unter anderem zu einer höheren Bereitstellung von Glucose und zu einer Erweiterung der Blutgefäße zum Herzen und zu der Skelettmuskulatur. Gleichzeitig verengen sich die Gefäße der Haut und des Magen-Darm-Traktes. Dadurch steht der Muskulatur mehr Blut zur Verfügung. Außerdem wird das zentrale Nervensystem angeregt. Das Tier kann dadurch besser auf besondere Belastungen reagieren, wie zum Beispiel auf einen Kampf oder eine Flucht (Kampf- oder Flucht-Reaktion) (LOEFFLER und GÄBEL, 2015).

Noradrenalin wird im vegetativen Nervensystem als Neurotransmitter synthetisiert, zusätzlich im Nebennierenmark als Hormon. Zudem ist es eine Vorstufe von Adrenalin, das ebenfalls im Nebennierenmark als Hormon synthetisiert wird. (LOEFFLER, 2005)

Die Konzentration von Noradrenalin im Blut ist immer höher als die Konzentration von Adrenalin, da Noradrenalin zusätzlich über das Nervensystem abgegeben wird, Adrenalin jedoch nur im Nebennierenmark. Beide Hormone haben eine kurze Halbwertszeit von 20 Sekunden bis 10 Minuten und wirken somit zeitlich nur begrenzt. Eine Erhöhung des Adrenalinspiegels ist in erster Linie auf Angstzustände zurückzuführen, eine Erhöhung des Noradrenalinspiegels ist eher einer Wut- oder Abwehrreaktion zuzuschreiben (DÖCKE und KEMPER, 1994).

YONGDAE et al. (2020) untersuchten an 50 Jungsaunen der Kreuzung Landrasse x Yorkshire den Serumgehalt von Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol. Am Tag der Geburt ergaben sich für Adrenalin Werte von $45,28 \pm 0,84$ pg/ml bis $48,14 \pm 0,87$ pg/ml. Bei Noradrenalin ergaben sich Werte von $85,33 \pm 1,55$ pg/ml bis $91,09 \pm 1,14$ pg/ml.

In einer Untersuchung von LEHN (2020) an 69 Tieren der BHZP Zuchtlinie db Viktoria hatten die Sauen am 112. Tag der Trächtigkeit einen relativ hohen Adrenalinwert von 90 pg/ml im Blutplasma. Die Streuung der Werte war hier sehr hoch mit Werten von ca. 30 pg/ml bis ca. 250 pg/ml. Diese Werte verringerten sich bis zum 114. Tag auf Mittelwerte von ca. 61 pg/ml bei deutlich verringerter Streuung. Während der Geburt bildete sich ein stabiles Adrenalinniveau von 25 bis 39 pg/ml, was dann nach Geburtsende auf Werte um 13 pg/ml absackte. Bei Noradrenalin lagen die Werte am 112. Tag bei ca. 190 pg/ml um dann bis zur Expulsion des ersten Ferkels auf ca. 300 pg/ml anzusteigen. Danach nahmen die Werte kontinuierlich ab bis sie am 3. Tag post partum einen Wert von ca. 150 pg/ml erreichten. Dabei war der Streubereich in den Tagen bis zum Geburtsbeginn mit Werten von 100 pg/ml bis ca. 550 pg/ml am größten. Im späteren Verlauf des Beobachtungszeitraums nahm die Schwankungsbreite wieder ab.

Bei ZHANG et al. (2021) konnte in einem Versuch mit 40 multiparen Sauen (Landrasse x Yorkshire) ein Einfluss von Silymarin auf die Konzentrationen von Adrenalin und Noradrenalin im Blutserum zum Geburts- und Laktationszeitraum festgestellt werden. Hier lagen die Werte von Adrenalin in der Kontrollgruppe am 109. Tag bei $22,28$ pg/ml, am Tag

der Geburt bei 77,18 pg/ml und am 21. Tag nach der Geburt bei 72,86 pg/ml. In der Gruppe, die mit 0,2 % Silymarin gefüttert wurde, konnte ein signifikanter Rückgang der Adrenalinwerte zum Tag 21 nach Geburt festgestellt werden ($p < 0,05$). Bei Noradrenalin konnten in dem Zusammenhang keine signifikanten Änderungen ermittelt werden, hier lagen die Werte am 109. Tag bei 378,25 pg/ml, sie fielen zur Geburt auf 273,08 pg/ml, um dann am 21. Tag nach Geburt wieder auf 386,86 pg/ml anzusteigen.

In einer Untersuchung von ROSOCHACKI et al. (1999) konnten rasseunterschiedliche Werte bei der Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin unter Stress festgestellt werden. Bei den 45 Duroc- und 34 Pietrainschweinen im Alter von 6 Monaten wurden in Ruhe Werte von 0,96 pmol/ml bei Pietrain- und 1,02 pmol/ml bei Durocschweinen festgestellt. Beim Gang zum Schlachthaus erhöhten sich die Werte bei den Pietrain um 97,4 %, bei den Duroc lediglich um 10,6 %. Unter Fixation konnten nach 5 Minuten bei den Pietrain eine Erhöhung um den Faktor 6,2 festgestellt werden, bei den Duroc lediglich um den Faktor 3,4.

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der AdrenalinKonzentrationen aus der Literatur:

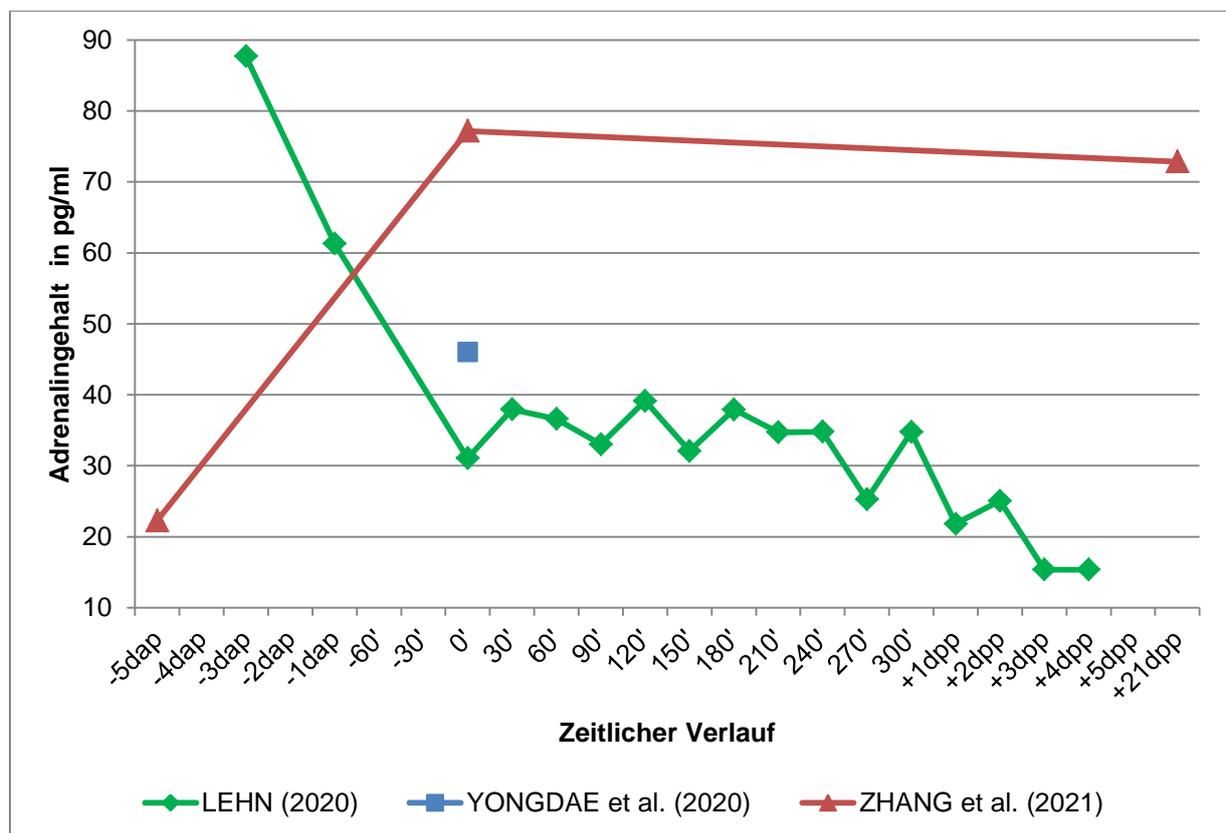


Abbildung 1: Übersicht der AdrenalinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), YONGDAE et al. (2020) und ZHANG et al. (2021)

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der NoradrenalinKonzentrationen aus der Literatur:

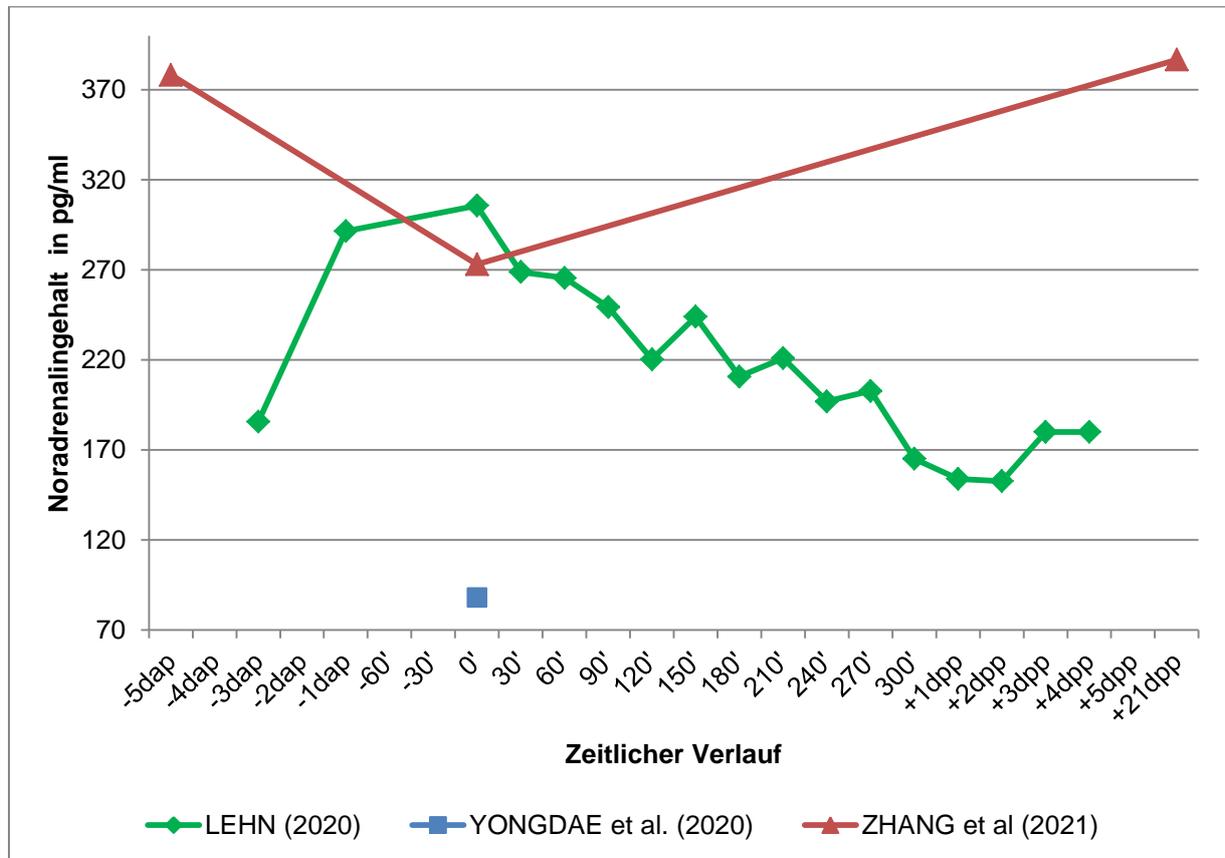


Abbildung 2: Übersicht der NoradrenalinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), YONGDAE et al. (2020) und ZHANG et al. (2021)

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

2.2.2 Cortisol

Cortisol gehört zu den Steroiden und wird in der Nebennierenrinde gebildet. Steroide werden aus Cholesterin abgeleitet und daher auch Kortikosteroide bzw. Kortikoide genannt. Eine Untergruppe dieser Kortikoide sind die Glukokortikoide, zu denen unter anderem auch Cortisol gehört. Die Ausschüttung von Cortisol sorgt für eine bessere Energiebereitstellung im Stoffwechsel. Zum einen durch eine Erhöhung des Blutzuckerspiegels und zum anderen durch die Aktivierung der Glukoneogenese, die zur Neubildung von Glukose führt. Dadurch entfaltet Cortisol teilweise eine gegenteilige Wirkung zum Insulin, das Blutzucker senkend wirkt. Des Weiteren hat Cortisol wie alle Glukokortikoide eine entzündungshemmende Wirkung und wird daher auch als Medikament zur Behandlung entzündlicher Erkrankungen verwendet. Die verstärkte Freisetzung von Cortisol in den Nebennierenrinden erfolgt unter Einfluss von ACTH (Adrenokortikotropes Hormon), das durch den Hypophysenvorderlappen produziert und abgegeben wird. Eine erhöhte Abgabe von ACTH geschieht vor allem bei besonderen Belastungen des Organismus (Stress), dabei ist die Art der Belastung nicht entscheidend. Daher kann die Höhe des Cortisolspiegels im Blut Rückschlüsse auf die Stressbelastung des Organismus erlauben (LOEFFLER und GÄBEL, 2015).

Eine rasseabhängige unterschiedliche Erhöhung des Cortisolspiegels bei Stress konnte bei der Untersuchung von ROSOCHAKI et al. (1999) nicht ermittelt werden.

OLIVIERO et al. (2008) beschreiben in einem Versuch mit 38 Sauen der Kreuzung Finnische Yorkshire x Finnische Landrasse Cortisolwerte von 7 – 12 ng/ml ante partus. Am Tage der Geburt erhöht sich dieser Wert auf 25 ng/ml, um post partum auf Werte von 12 – 20 ng/ml abzufallen.

Bei LEHN (2020) zeigte sich am 112. Tag mit einem Wert von 70 ng/ml eine relativ hohe Konzentration. Am 114. Tag und am Tag der Geburt reduzierte sich der Wert um 40 % auf ca. 40 ng/ml. Im Verlauf der Geburt stiegen die Werte kontinuierlich an, so dass in der 180. Minute mit ca. 82 ng/ml ein Maximum erreicht wurde. Bis ca. zur Minute 300 bildete sich in dieser Höhe ein Plateau, das am 1. Tag nach der Geburt auf ca. 23 ng/ml absackte. Am 3. Tag post partum ergab sich ein Wert von 16 ng/ml.

VUČEMILO et al. (2011) ermittelten bei einem Versuch an 20 Doppel-Kreuzungssauen aus Schwedischer Landrasse x Large White und Deutscher Landrasse x Large White 5 Tage vor der Geburt Blutserumkonzentrationen von 107,14 nmol L⁻¹ in den Bewegungsbuchten und 87,87 nmol L⁻¹ im Ferkelschutzkorb ($p < 0,05$). In den Messungen 5 Tage nach der Geburt und einen Tag nach dem Absetzen sanken die Werte ab, allerdings ohne ein signifikantes Ergebnis. Wobei die absoluten Werte in der Haltung Form Ferkelschutzkorb nur um ca. 10 nmol L⁻¹ absanken, bei der Haltung in Bewegungsbuchten jedoch um fast 50 nmol L⁻¹.

LE COZLER et al. (1999) untersuchten an 18 Large White Jungsauen die Blutplasmakonzentration von Cortisol 5 Tage vor der Geburt, zur Geburt und 5 Tage nach der Geburt. Die Werte stiegen von 30,7 ng/ml vor der Geburt auf 131,2 ng/ml zur Geburt an, um dann am Tag 5 nach der Geburt auf 42,2 ng/ml abzufallen. Dabei stieg der Wert eine Stunde vor der Geburt auf ca. 110 ng/ml an, um bei der Geburt des letzten Ferkels nach 3 Stunden einen peak von ca. 150 ng/ml zu erreichen. Schon eine Stunde später waren die Werte auf ca. 120 ng/ml abgesunken. Im weiteren Verlauf sanken die Werte weiter ab auf ca. 110 ng/ml bei Stunde 6 nach Geburtsbeginn.

Bei ZHANG et al. (2021) ergaben sich am 109. Tag der Trächtigkeit Werte von 33,26 ng/ml, am Tag der Geburt 47,37 ng/ml und am 21. Tag der Geburt 22,33 ng/ml im Blutserum.

Einen täglichen Rhythmus bei der Höhe der Cortisolwerte konnten EVANS et al. (1988) in einem Versuch mit 20 Jungsauen der Kreuzung Yorkshire x Landrasse bei adulten Tieren feststellen. Morgens ermittelten Sie Werte von ca. 45 ng/ml, die zum Mittag bis auf ca.

20 ng/ml absanken. Nachmittags konnte ein kleinerer Peak mit Werten um 30 ng/ml nachgewiesen werden. Zum Abend ergab sich eine längere Phase mit Werten um 20 ng/ml. Des Weiteren konnten BACCI et al. (2014) eine jährliche Schwankung des Cortisolspiegels ermitteln. In den Borsten von 30 Golland Hybridsauen aus Norditalien konnte 5 Tage ante partum ein signifikant niedrigerer Cortisolspiegel in den Sommermonaten festgestellt werden. Im Juni ergaben sich Werte von $5,17 \pm 0,51$ pg/mg zu $10,48 \pm 0,96$ pg/mg im November bei einer Signifikanz von $p < 0,001$. Am 70.-75. Tag post partum (Feststellung der Trächtigkeit) wurden Anfang April bzw. Anfang September Werte von $20,1 \pm 0,95$ pg/mg zu $16,29 \pm 2,15$ pg/mg mit einer Tendenz von $p < 0,058$ festgestellt. Auch konnte ein signifikanter Unterschied des Cortisolspiegels innerhalb eines Reproduktionszykluses festgestellt werden. Die Werte am 75. Tag post partum waren signifikant höher als die Werte der anderen Zeitpunkte im Reproduktionszyklus ($p < 0,001$).

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der Cortisolkonzentrationen aus der Literatur:

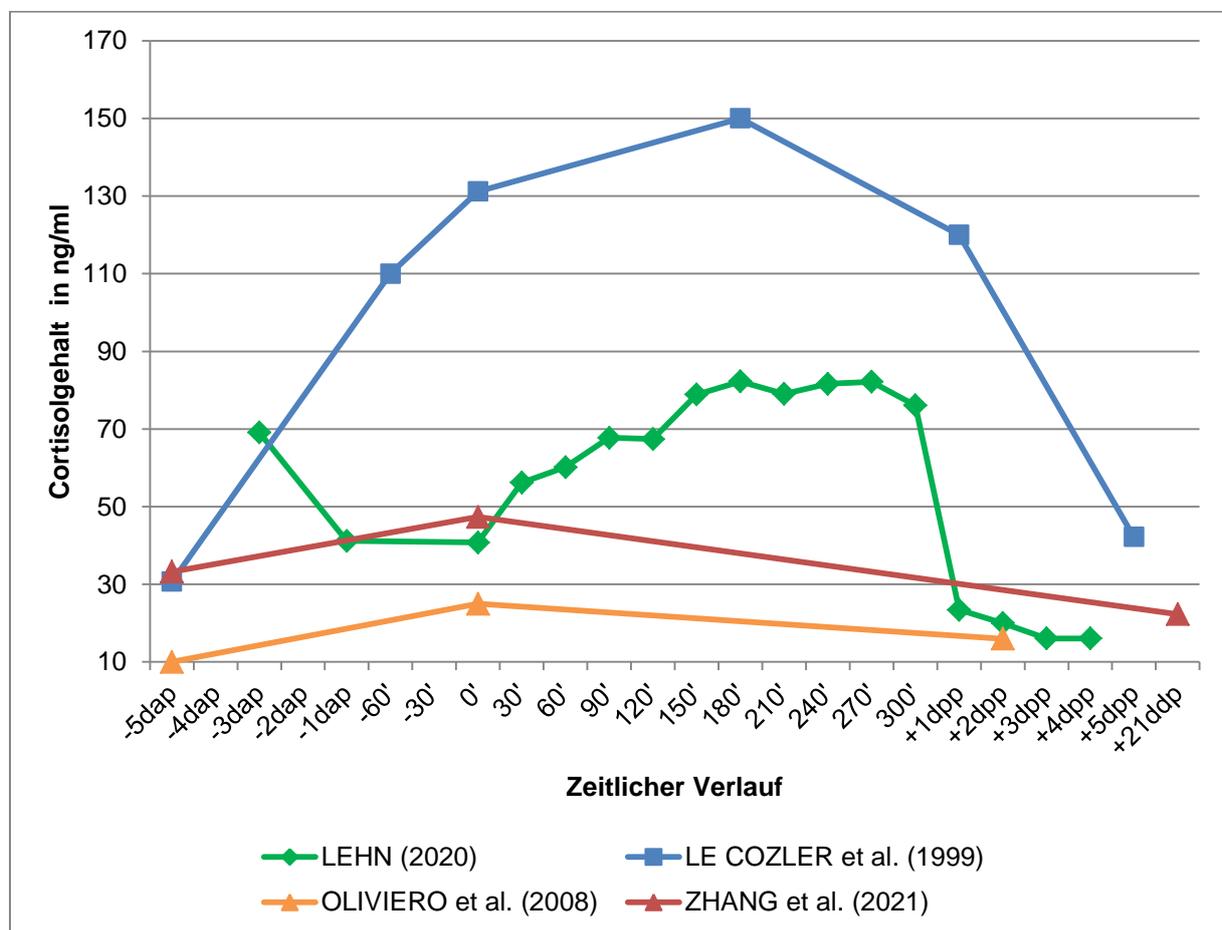


Abbildung 3: Übersicht der Cortisolkonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), OLIVIERO et al. (2008), ZHANG et al. (2021) und LE COZLER et al. (1999)

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

2.2.3 Oxytocin

Oxytocin gehört zur Gruppe der Neuropeptide und wird im Hypothalamus gebildet. Von dort gelangt es direkt zur Neurohypophyse. Hier wird es gespeichert und bei Bedarf ausgeschüttet. Es wirkt dann direkt auf die Zielorgane bzw. auf das Verhalten. Eine Ausschüttung erfolgt unter anderem bei der Dehnung des Uterus kurz vor und während der Geburt sowie bei Reizung der Brustwarzen beim Säugen. Es führt zur Kontraktion der Milchdrüsen und der Glattmuskulatur des Uterus. Daher wird es zur Einleitung der Geburt, bei Wehenschwäche und Milchmangel als Medikament eingesetzt. (BURDA, 2005).

Die Glattmuskulatur des Uterus reagiert auf Oxytocin, wenn die Progesteronbildung kurz vor der Geburt sinkt. Das geschieht unter dem Einfluss von Glukokortikoiden die in den Nebennieren der heranreifenden Föten gebildet werden. Diese werden über die Plazenta an das Muttertier weitergeleitet. Somit lösen letztendlich die Föten selber den Geburtsvorgang ein (LOEFFLER und GÄBEL, 2015).

Oxytocin wird außerdem durch olfaktorische, akustische oder visuelle sexuelle Reize sowie einer mechanischen Reizung der Genitalorgane ausgeschüttet. Bei einigen Lebewesen führt das zu einer erhöhten Ausschüttung von Oxytocin und einer intensiveren Paarbindung (BURDA, 2005).

In einem Versuch mit 31 Jungsaugen der Paarung Large-White x Landrasse (Cotswold Pig Development) konnte ein Wert von 1,57 pg/ml als Basalwert ermittelt werden. Zur Geburt hin stieg dieser Wert leicht an auf 3,27 pg/ml. Innerhalb von 10 Minuten vor der Geburt kam es zu einem starken Anstieg auf 189 pg/ml. In der Geburtsphase selber kam es zu Konzentrationspeaks von über 300 pg/ml. Es wurde über einen Zeitraum von ca. 4h ein relativ stetiger Anstieg des Oxytocingehaltes ermittelt (JARVIS et al., 2000).

In der Untersuchung von LEHN (2020) konnten diese hohen Spitzenwerte nicht ermittelt werden. Hier lagen die Werte 2 Tage vor Geburt bei $2,73 \pm 1,88$ pg/ml, um dann kurz vor der Geburt auf 12,15 pg/ml anzusteigen. Im weiteren Geburtsverlauf bildete sich ein Plateau von ca. 30 pg/ml. Auch hier bestätigte sich ein kontinuierlicher Anstieg im Zeitverlauf mit $p < 0,0001$. Die Maximalwerte lagen bei ca. 80 pg/ml. Wobei auffällig war das einige Sauen sehr niedrige Oxytocinverläufe mit maximal ca. 25 pg/ml hatten, während andere Sauen sehr hohe Oxytocinverläufe aufwiesen. Bei den Sauen mit den niedrigen Oxytocinprofilen kamen die Werte nur leicht über das Basalniveau hinaus, im Mittel ca. 6-10 pg/ml bei leicht ansteigenden Werten bis zum Geburtsende. Die Verläufe mit den höheren Oxytocinwerten unterschieden sich schon zu Geburtsbeginn und waren mit ca. 15 pg/ml ungefähr doppelt so hoch. Diese Werte stiegen bis zur 150. Minute auf ca. 35 pg/ml an, um auf diesem Niveau bis zum Geburtsende zu verharren. Nach der Expulsion des letzten Ferkels nahmen in beiden Gruppen die Werte rasch ab auf Werte kleiner 5 pg/ml, die dann bis zum 4. Tag post partum gehalten wurden. Bei einigen Sauen mit sehr langen Expulsionsphasen konnte ermittelt werden das die Konzentration von Oxytocin nach der 390. Minute nicht weiter anstieg, sondern von 43 pg/ml auf 31 pg/ml zur 480. Minute und 12 pg/ml zur 570. Minute absank.

Bei ZHANG et al. (2021) wurden am 109. Tag der Trächtigkeit Werte von 5,11 pg/ml ermittelt, die dann zu Geburtsbeginn auf 3,95 pg/ml abfielen, um am 21. Tag nach Geburt auf 3,21 pg/ml zu sinken.

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der Oxytocinkonzentrationen aus der Literatur (siehe Abbildung 4, Seite 9):

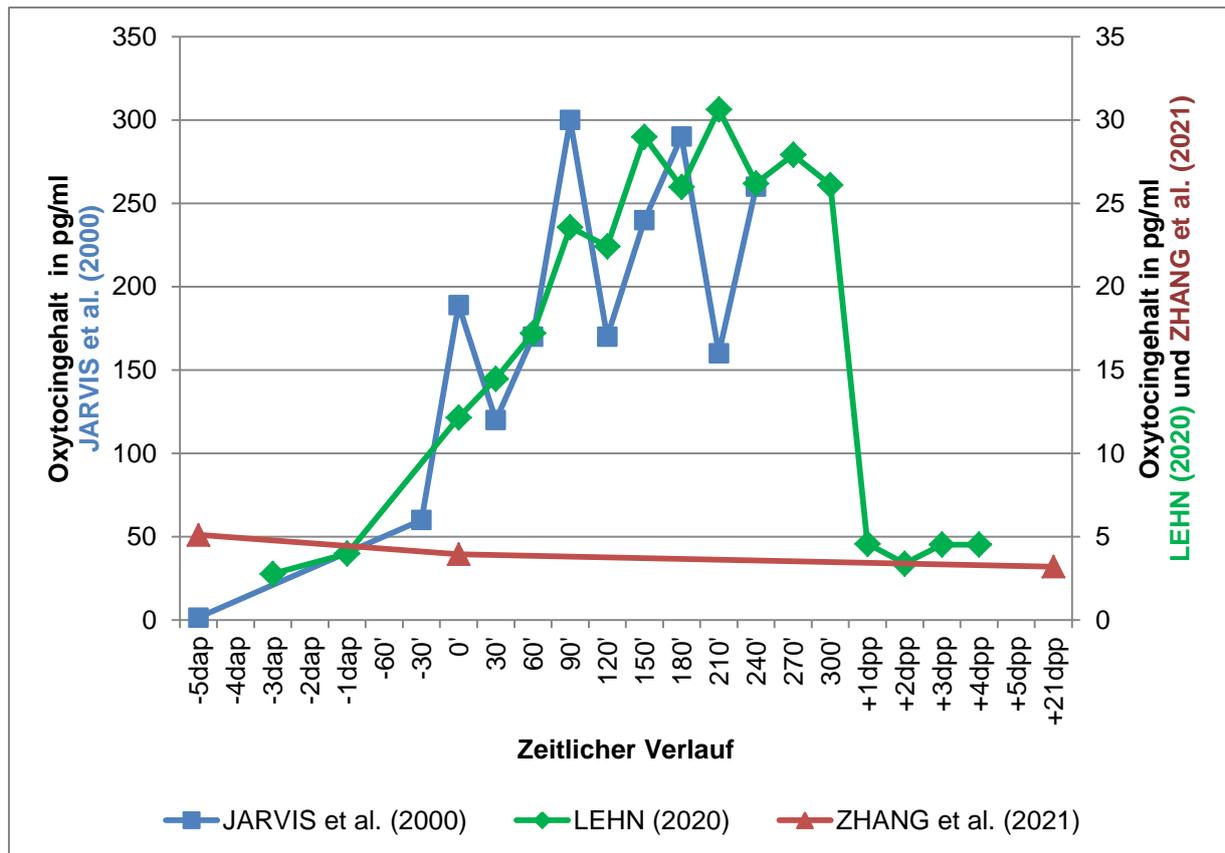


Abbildung 4: Übersicht der Oxytocinkonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), JARVIS et al. (2000) und ZHANG et al. (2021)

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

2.2.4 Glukose

Glucose gehört zu den Kohlenhydraten und innerhalb dieser Gruppe zu den Sacchariden. Diese werden in Mono-, Di- und Polysaccharide unterschieden, wobei Glucose zu den Monosacchariden gehört. Die häufigsten Monosaccharide enthalten fünf oder sechs Kohlenstoffatome und werden daher Pentosen oder Hexosen genannt. Die wichtigsten sind dabei Glucose ($C_6H_{12}O_6$) und Fruktose ($C_5H_{10}O_5$). Durch Kombination von zwei Monosacchariden entstehen Disaccharide wie z.B. Maltose, Galaktose und Saccharose. Wenn viele Monosaccharide miteinander verbunden werden, spricht man von Polysacchariden zu denen Stärke, Zellulose und Glykogen gehören. Letzteres dient zur Speicherung von Glucose und wird in erster Linie in der Leber und in den Muskelzellen aufgebaut und gespeichert (LOEFFLER und GÄBEL, 2015).

Glucose kann aber auch durch Lipogenese in Fett umgewandelt werden wenn viel überschüssige Energie vorhanden ist (LOEFFLER, 2005).

Die in der Nahrung enthaltenen Kohlenhydrate werden zu einem großen Teil im Verdauungstrakt durch verschiedene Enzyme zu den Monosacchariden Glucose, Fructose und Galaktose abgebaut werden. Diese können dann durch das Epithel der Darmwand aufgenommen und dem Stoffwechsel zur Verfügung gestellt werden (LOEFFLER und GÄBEL, 2015).

Glucose ist in tierischen Zellen der wichtigste Energielieferant, kann dort aber nur in geringen freien Mengen zur Verfügung gestellt werden da Glucose osmotisch wirksam ist. Daher sind viele Zellen auf eine stetige und konstante Nachlieferung von Glucose angewiesen (BURDA, 2005).

Da die Nahrungsaufnahme aber unregelmäßig verläuft und somit auch die Versorgung mit Glucose aus dem Verdauungstrakt einer gewissen Schwankung unterliegt, werden in der Leber die überschüssigen Anteile an Monosacchariden in Glykogen umgewandelt und gespeichert. Wird wieder Glucose benötigt, wandelt die Leber das gespeicherte Glykogen in Glucose um (Glykogenolyse) und stellt es dem Organismus zur Verfügung (LOEFFLER, 2005).

Der Glucosespiegel im Blut bleibt somit relativ konstant in einem Bereich von 70 mg/dl bis 110 mg/dl. Die Steuerung dieses Systems wird von zwei Hormongruppen übernommen. Insulin und Thyronine reduzieren die Glucosespiegel, Glukagon, Wachstumshormon und Adrenalin erhöhen den Glucosespiegel (BURDA, 2005).

Auch Cortisol und Noradrenalin haben eine Wirkung auf den Glucosestoffwechsel. Cortisol regt dabei den Abbau von Proteinen (Proteolyse) an, die dabei erzeugten Aminosäuren werden in der Leber im Zuge der Gluconeogenese zu Glucose abgebaut. Noradrenalin wird bei LOEFFLER (2005) in einem Zug mit Adrenalin erwähnt, beiden wird hier eine Wirkung auf die Glycogenolyse, der Gluconeogenese und der Lipolyse zugeschrieben.

Der Abbau von Fetten (Lipolyse) benötigt jedoch mehr Zeit und erfordert die Beteiligung von Kohlenhydraten. Daher ist sie nicht zur kurzfristigen Bereitstellung von Energie geeignet (BURDA, 2005).

Ein Glucosemangel kann, zum Beispiel bei hochleistenden Kühen, zu einer Entgleisung des Stoffwechsels führen (Ketose). Der durch den Glucosemangel ausgelöste Fettabbau ist auf Oxalacetat angewiesen, das aber fehlt dann zum Abbau von Glucose zu Energie im Zitratcyklus. (LOEFFLER und GÄBEL, 2015).

Der Abbau von Proteinen ist energetisch aufwändiger und wird vom Organismus nur im Notfall angewandt. Die energetische Verwertung von Glucose erfolgt dann in den Zellen aerob oder anaerob. Zuerst erfolgt in beiden Fällen die Glykolyse, die im Zytosol Pyruvat bildet. Wird kurzfristig eine hohe Leistung benötigt, so kann Pyruvat anaerob zu Laktat

umgewandelt werden und erzeugt dabei kurzzeitig Energie in Form von 2 ATP pro Molekül Glucose. Bei der aeroben Verwertung von Glucose wird das Pyruvat der Glykolyse in die Mitochondrien eingeschleust und dort im Citrat-Zyklus und der Atmungskette zu Energie umgewandelt. Das ist deutlich energieeffizienter und nachhaltiger und erzeugt 36 ATP pro Molekül Glucose (BURDA, 2005).

BLIM (2020) untersuchte den Glucosegehalt im Serum von ca. 35 multiparen Sauen der Linie db.Victoria von BHZP. Es konnte ein antepartaler Abfall der Glukosekonzentration vom Tag 112 der Trächtigkeit auf den 114. Tag festgestellt werden (5,77 mmol/L zu 5,36 mmol/L). Danach ergab sich ein stetiger Anstieg bis zur Minute 60 der Geburt auf 6,05 mmol/L. Im weiteren Verlauf der Geburt zeigte sich eine tendenziell langsam absinkende Glucosekonzentration welche bis zum Tag 2 nach der Geburt anhielt (5,36 mmol/L). In den folgenden Tagen erhöhten sich die Werte wieder, ähnlich dem Ausgangswert vom Tag 112 auf 5,87 mmol/L.

Einen Abfall der Glucosekonzentration vor der Geburt konnte bei LE COZLER et al. (1999) ebenfalls festgestellt werden. 5 Tage vor dem Geburtstermin lagen die Werte bei 114,3 mg/dl im Blutplasma, am Tag der Geburt lagen die Werte bei 102,1 mg/dl und 5 Tage nach der Geburt bei 107,2 mg/dl. Eine Stunde vor der Geburt des ersten Ferkels wurde ein Wert von 105 mg/dl ermittelt, der dann bis zur 3. Stunde nach Geburt des ersten Ferkels relativ konstant bei ca. 107 mg/dl blieb. In den folgenden 3 Stunden stiegen die Werte konstant und signifikant an bis auf ca. 117 mg/dl.

Bei einem Versuch mit 727 Sauen einer Kreuzung aus Fast Large White x PIC Landrasse konnte ein stetiger Anstieg der Glucosekonzentration im Blutplasma innerhalb der Geburt festgestellt werden. Zu Beginn lag der Wert bei 75,7 mg/dl, stieg dann 2 Stunden nach Geburtsbeginn auf 76,9 mg/dl und lag zum Ende der Geburt bei 79,8 mg/dl. Mit $p=0,001$ war der Anstieg statistisch signifikant. Ausserdem konnte ein Einfluss der Fütterungsstrategie festgestellt werden, Sauen die ad libitum gefüttert wurden hatten im Durchschnitt mit 79,8 mg/dl ($p=0,003$) eine höhere Glucosekonzentration als Sauen die einmal täglich gefüttert wurden (78,9 mg/dl). Die niedrigsten Werte hatten Sauen, die 4x täglich gefüttert wurden, mit 76,9 mg/dl (Gourley et al., 2020).

Bei ZHANG et al. (2021) lagen die Glucosewerte am 109. Tag der Trächtigkeit bei 4,82 mmol/L, am Tag der Geburt bei 4,54 mmol/L und am 21. Tag nach der Geburt bei 3,74 mmol/L.

An 80 PIC Camborough 25 Hybridsauen überprüften OLIVEIRA et al. (2020) den Einfluss einer hochenergetischen Futtergabe kurz vor der Geburt auf den Glucosespiegel. Die nichtgefütterte Kontrollgruppe erreichte dabei zur Geburt des ersten Ferkels Werte von 49,04 mg/dl während die Versuchsgruppe Werte von 62,38 mg/dl erreichte, was statistisch mit $p<0,05$ abgesichert war. Im Verlauf stieg die Glukosekonzentration der Gesamtgruppe von 51,39 mg/dl zu Beginn der Geburt auf ca. 57 mg/dl nach einer Stunde an, im weiteren Verlauf blieben die Werte relativ konstant bis zur 6. Stunde nach Geburtsbeginn. Die weiteren Auswertungen deuteten auf einen positiven Einfluss des höheren Glucosegehalts auf die Geburtsdauer, den Zwischenferkelintervall, die Zeit bis zum ersten Zitzenkontakt und der Totgeburtenrate hin.

Ähnliche Ergebnisse folgten aus einem Versuch von NIELSEN et al. (2021) bei einem Versuch mit 10 multiparen Sauen dänischer Landrasse x dänischer Yorkshire. Dort führte die intravenöse Zufuhr von 300 g Glucose täglich zu einer Reduktion der Totgeburtenrate (16,1 % zu 7,4 %; $p=0,03$) und der Geburtshilfe (21 % zu 9 %; $p=0,01$) sowie überraschenderweise zu einer Absenkung des Blutglucosegehalts zum Beginn der Geburt (5,53 mmol/L zu 5,09 mmol/L bei $p=0,03$). Im Verlauf lagen die Glucosekonzentrationen vor der Geburt bei ca. 5,4 mmol/L wobei eine Spitze mit 5,99 mmol/L 9 Stunden vor der Geburt

ermittelt wurde. Bis zur Geburt sanken die Werte auf 5,3 mmol/L, die über einen Zeitraum von 6 Stunden relativ konstant blieben. Danach wurden von Stunde 9 bis 21 Werte zwischen 5,5 mmol/L und 5,8 mmol/L ermittelt.

Bei Kixmüller (2004) wurde eine Tendenz zu höheren Glucosegehalten bei fleischreichen Rassen ermittelt. Dabei hatten Edelschweine die niedrigsten Glucosegehalte, gefolgt von der Landrasse bis zu den höchsten Werten bei der Rasse Pietrain (5,9 mmol/L).

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der Glucosekonzentrationen aus der Literatur:

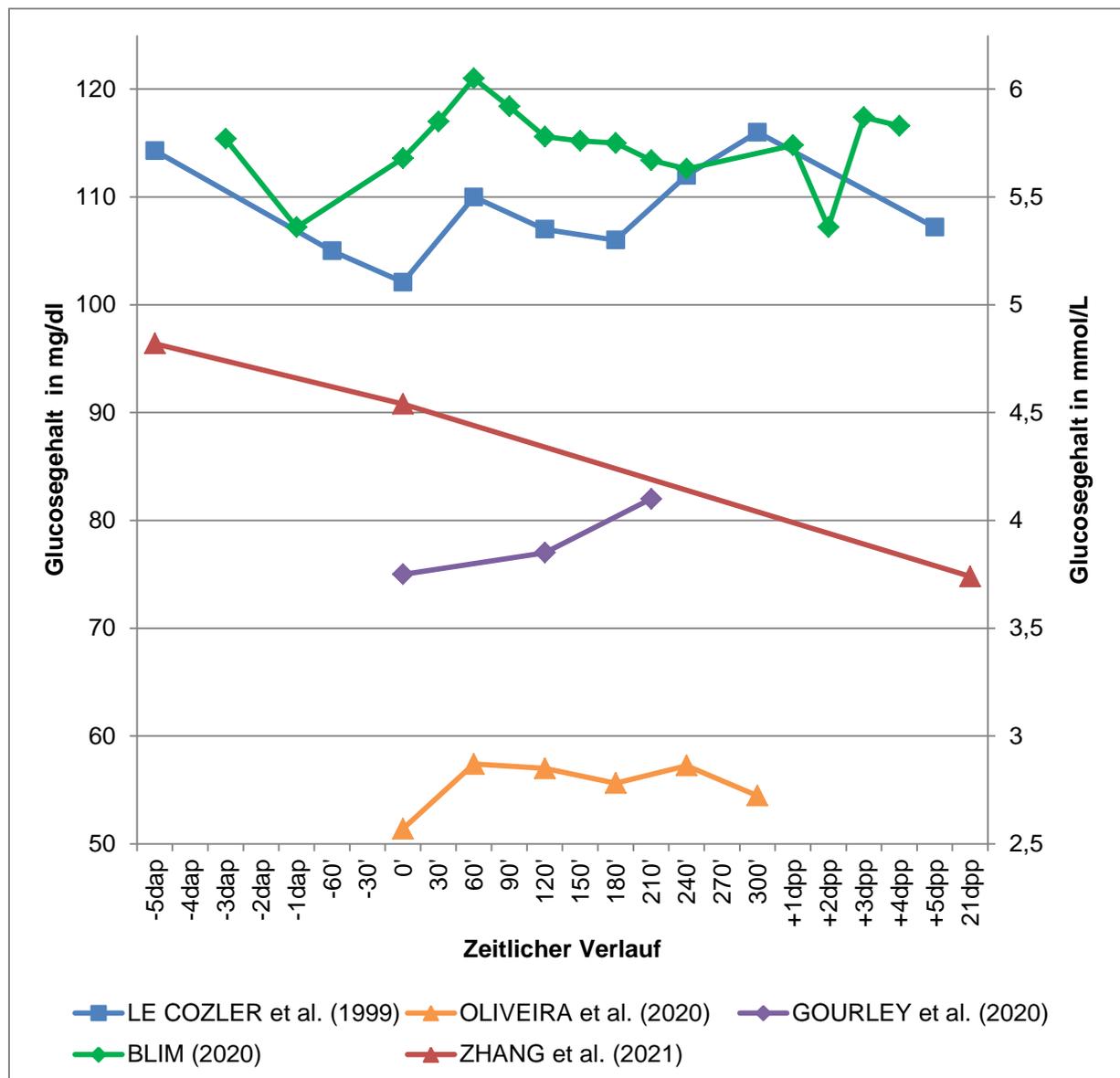


Abbildung 5: Übersicht der Glucosekonzentrationen bei den Versuchen von BLIM (2020), OLIVEIRA et al. (2020), GOURLEY et al. (2020), ZHANG et al. (2021) und LE COZLER et al. (1999)

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

2.3 Haltungseinfluss auf die ausgewählten Hormone

Bei YONGDAE et al. (2020) ergaben sich am Tag der Geburt für Adrenalin Werte von $48,14 \pm 0,87$ pg/ml bei den Sauen, die während der Tragzeit im Kastenstand gehalten wurden und Werte von $45,28 \pm 0,84$ pg/ml bei den Sauen die in Gruppen gehalten wurden. Diese Werte waren mit $p=0,04$ statistisch signifikant unterschiedlich. Auch für Noradrenalin konnte ein signifikanter Unterschied am Tag der Geburt festgestellt werden. Mit $p=0,01$ waren die Werte für Sauen, die während der Tragezeit in Gruppen gehalten wurden, signifikant niedriger als von Sauen die im Kastenstand gehalten wurden ($85,33 \pm 1,55$ pg/ml zu $91,09 \pm 1,14$ pg/ml).

Bei LEHN (2020) konnte kein Einfluss deraltungsbedingungen auf den Adrenalinhalt im Untersuchungszeitraum festgestellt werden. Für Noradrenalin konnten signifikant höhere Werte bei Sauen im Ferkelschutzkorb in den ersten 90 Minuten der Geburt festgestellt werden. Danach glichen sich die Werte bis zur 270. Minute auf ein Niveau von ca. 200 pg/ml an. Hier konnte ein unterschiedlicher Verlauf der Noradrenalinkonzentration in Abhängigkeit zuraltungsform mit $p < 0,0078$ gesichert werden.

Für Cortisol ermittelte YONGDAE et al. (2020) am Tag der Geburt einen Serumgehalt von $4,02 \pm 0,09$ µg/ml bei Sauen, die während der Tragzeit in Kastenständen gehalten wurden. Im Vergleich dazu ergab sich ein Wert von $3,85 \pm 0,09$ µg/ml bei Sauen, die während der Tragzeit in Gruppen gehalten wurden. Allerdings war dieser Unterschied mit $p=0,18$ nicht signifikant. Am 75. Tag der Tragzeit war hier jedoch mit $p=0,03$ ein signifikanter Unterschied gegeben, Sauen in der Gruppenhaltung hatten Werte von $3,50 \pm 0,08$ µg/ml, Sauen im Kastenstand Werte von $3,78 \pm 0,10$ µg/ml.

Bei JARVIS et al. (1998) ergab sich bei einem Versuch mit 32 Jungsaunen der Kreuzung Large White x Landrasse (Cotswold Pig Development Lincoln, UK) eine Tendenz das die Sauen im Ferkelschutzkorb vor der Geburt einen höheren Cortisolspiegel hatten als die Sauen in der Bewegungsbucht ($46,4 \pm 2,87$ ng/ml zu $38,9 \pm 2,4$ ng/ml bei $p=0,087$). Zu Partusbeginn fielen die Werte leicht ab, während des Partus stieg der Cortisolspiegel dann bis zur 4. Stunde signifikant beständig an. Die Maximalwerte lagen dabei zwischen 60 ng/ml und 80 ng/ml.

OLIVIERO et al. (2008) konnten keinen signifikanten Unterschied zwischenaltungsform und Cortisolspiegel für den ante- und intrapartalen Zeitraum feststellen. Jedoch konnte hier ein signifikanter Unterschied für die Tage 2 – 5 post partum festegestellt werden. Im Ferkelschutzkorb lagen die Werte bei $19,9 \pm 9,5$ ng/ml, in der Bewegungsbucht wurden Werte von $13,2 \pm 9,5$ ng/ml ermittelt ($p=0,03$).

LEHN (2020) konnte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen denaltungsformen und der Cortisolkonzentration ermitteln. Es deutete sich lediglich an das in der Bewegungsbucht ab Minute 120 leicht höhere Werte auftraten.

Bei JARVIS et al. (1998) ergab sich eine Tendenz das die Sauen im Ferkelschutzkorb antepartal einen höheren Cortisolspiegel hatten als die Sauen in der Bewegungsbucht ($46,4 \pm 2,87$ ng/ml zu $38,9 \pm 2,4$ ng/ml bei $p=0,087$). Während des Partus stieg der Cortisolspiegel bis zur 4. Stunde signifikant beständig an. Die Maximalwerte lagen zwischen 70 und 80 ng/ml in der 4. Stunde.

VUČEMILO et al. (2011) ermittelten einen signifikant höheren Cortisolwert bei Sauen in Bewegungsbuchten 5 Tage vor der Geburt ($107,14$ nmol L⁻¹ zu $87,87$ nmol L⁻¹ bei $p < 0,05$) im Vergleich zu Sauen im Ferkelschutzkorb. Die Werte zu späteren Zeitpunkten waren bei beidenaltungsformen niedriger, jedoch konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Nach JARVIS et al. (2000) konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich eines

Umwelteinflusses auf den Oxytocinspiegel ermittelt werden.

Auch LEHN (2020) ermittelte bei Oxytocin keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die Umwelt.

Bei OLIVIERO et al. (2008) zeigte sich eine Tendenz zu niedrigeren Oxytocinwerten in der Gruppe im Ferkelschutzkorb mit $38,1 \pm 24,6$ pg/ml zu $77,6$ pg/ml in der Bewegungsbucht ($p=0,08$).

In Bezug auf Glucose konnte BLIM (2020) keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den 3 Haltungformen Ferkelschutzkorb, Gruppenhaltung und Bewegungsbucht feststellen. Jedoch fiel auf das es in der Haltung mit Ferkelschutzkorb und der Gruppenhaltung (2 Sauen in Bewegungsbuchten) vom 112. auf den 114. Tag zu einem deutlichen Abfall der Glucosekonzentration kam, in der Haltungform Bewegungsbucht (mit einer einzelnen Sau) aber nur ein leichtes Absinken erkennbar war.

2.4 Zwischenferkelintervall

In einer Untersuchung mit 120 Sauen der Kreuzung Dänische Landrasse x Dänische Yorkshire konnte ein Zwischenferkelintervall (ZFI) von 15 Minuten bei lebend geborenen Ferkeln ermittelt werden. Das Zwischenferkelintervall bei der Geburt eines toten Ferkels wurde hier mit 30 Minuten ermittelt und dauerte damit doppelt so lang (HALES et al. 2015). Ein durchschnittlicher Zwischenferkelintervall von $11 \pm 16,3$ Minuten ergibt eine Untersuchung von REVERMANN et al. (2018) wobei hier die Werte von 1 Sekunde bis zu 2.24 Stunden variieren.

Einen ZFI von $17,0 \pm 1,82$ Minuten konnte bei BLIM (2020) ermittelt werden, allerdings mit einer rechtsschiefen Verteilung, sodass im geometrischen Mittel 9,3 Minuten mit einem Streufaktor von 30,9 Minuten angegeben werden. Ein Einfluss der Haltungsform konnte nicht festgestellt werden, jedoch war ein deutlicher Unterschied zwischen Geburten mit oder ohne Geburtshilfe feststellbar. Dabei variierte der ZFI zwischen 6,6 (16,8) und 17,8 (34,3) Minuten im geometrischen Mittel (Streufaktor).

Bei JARVIS et al. (1998) zeigte sich ein durchschnittlicher ZFI von 13,6 bis 22,22 Minuten, wobei ebenfalls kein signifikanter Unterschied im Bezug auf die Haltungsform festgestellt werden konnte.

OLIVIERO et al. (2008) konnten in Ihrem Versuch einen Unterschied zwischen dem ZFI im Hinblick auf die Haltungsform ermitteln. Hier waren die Werte in der Bewegungsbucht mit 16 ± 2 Minuten signifikant geringer als die im Ferkelschutzkorb mit 25 ± 4 Minuten ($p=0,05$). Wie oben beschrieben gab es in diesem Versuch eine Tendenz zu niedrigeren Oxytocinwerten in der Gruppe im Ferkelschutzkorb. Die Gesamtlänge der Geburt war hier signifikant abhängig von der Höhe der Oxytocinwerte ($p<0,001$) wobei in diesem Versuch die Oxytocinwerte immer 6 Minuten nach einer Ferkelexpulsion ermittelt wurden.

Gourley et al. (2020) konnten an einem Versuch mit 727 Sauen einer Kreuzung aus Fast Large White x PIC Landrasse einen ZFI zwischen 13,6 und 14,3min ermitteln.

OLIVEIRA et al. (2020) ermittelten in Ihrem Versuch Zwischenferkelintervalle von 22 min ohne Fütterung bzw 18 min bei Fütterung mit Zugabe von 250 g Rohrzucker, allerdings statistisch nicht signifikant. Ähnliches ergab auch der Versuch von NIELSEN et al. (2021), die intravenöse Gabe von 300 Gramm Glucose pro Tag erbrachte einen ZFI von 12,6 min zu 14,3 min in der Kontrollgruppe. Eine Verringerung des ZFI oder der Dauer der Geburt konnte statistisch aber nicht bestätigt werden.

FEYERA et al. (2021) konnten einen ZFI bei 48 Kreuzungssauen DanBred-Landrasse x DanBred-Yorkshire in einem Bereich von 5,75 min bis 8,6 min bei unterschiedlichen Futtermengen ermitteln. Die geringsten Werte wurden dabei bei mittlerer Fütterungsintensität erreicht (3,7 kg/Tag mit 13,44MJ ME/kg vor der Geburt), die höchsten ZFI wurden bei niedrigen Futtergaben ermittelt und mittlere ZFI bei hohen Futtermengen ($p=0,004$). Der Unterschied im ZFI zwischen Jungsaugen (8,3min) und Altsauen (6,1min) war mit $p=0,009$ statistisch signifikant.

In einem Versuch mit 5 verschiedenen Rassen stellte VAN DIJK et al. (2005) unterschiedliche Zwischenferkelintervalle fest. Für Large White Sauen wurden in diesem Versuch das niedrigste Zwischenferkelintervall mit 12,7 min ermittelt, für Sauen der Holländischen Landrasse wurde mit 21,2 min der höchste Wert ermittelt. Die Kreuzungssauen mit Large White Anteilen lagen in einem Bereich von 14,2 min bis 15,5 min, die Sauen der Toppigs D1 Linie lagen bei 19,3 min. Im Durchschnitt wurde ein Wert von 15,7 min erreicht. Ausserdem fiel auf, das bei den meisten Rassen das Zwischenferkelintervall mit einem hohen Niveau startet und dann mit steigender Anzahl an Ferkeln absinkt. Bei der Holländischen Landrasse waren es anfangs noch ca. 30 min ZFI, beim Large White nur ca.

14 min. Im weiteren Verlauf der Geburt sank der Wert dann auf ca. 11 min (6 min) ab, um gegen Ende der Geburt wieder anzusteigen (siehe Abbildung 6, unten).

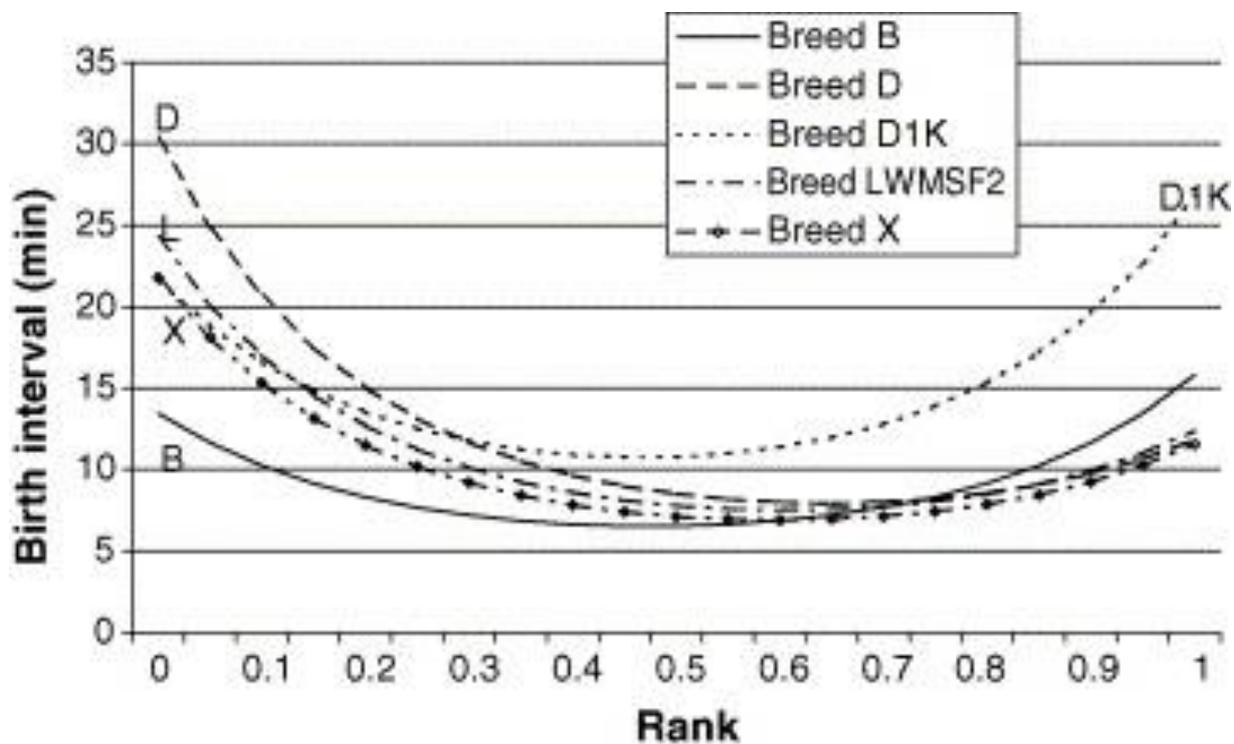


Abbildung 6: Zwischenferkelintervall verschiedener Rassen in Bezug zur Position der Ferkel in der Geburtsreihenfolge (VAN DIJK et al., 2005)

B = Large White; D = Holländische Landrasse; X = Holländische Landrasse x Large White; D1K = Sauen der Toppigs D1 Linie; L = Large White x Meishan F2

Rank = (Position in der Geburtsreihenfolge⁻¹) / (Anzahl gesamt Geborener Ferkel⁻¹).

2.5 Erster Zitzenkontakt der Ferkel

Nach REVERMANN et al. (2018) benötigen die Ferkel im Mittel $28,3 \pm 20,1$ Minuten bis zum ersten Zitzenkontakt. In diesem Versuch mit 15 Large White und 10 F1 Sauen (Landrasse x Large-White) wurde kein Einfluss des Oxytocingehaltes auf die Vitalität der Ferkel festgestellt. Das lässt vermuten, dass es auch keinen Einfluss auf den Zeitraum bis zum ersten Zitzenkontakt gegeben hat.

TRUJILLO-ORTEGA et al. (2007) untersuchten an 100 Yorkshire x Landrasse Sauen den ersten Zitzenkontakt von vitalen und weniger vitalen Ferkeln. Hier ergaben sich Werte von $23,3 \pm 8,1$ Minuten bis zum ersten Zitzenkontakt für die vitalsten Ferkel und $54,4 \pm 8,9$ Minuten für die schwächsten Ferkel.

YONGDAE et al. (2020) konnte keine nachteiligen Wirkungen der unterschiedlichen Adrenalin-, Noradrenalin- und Cortisolwerte auf die Leistungen der Würfe/Ferkel feststellen. OLIVEIRA et al. (2020) ermittelten einen Wert von 16,07 min bis zum ersten Zitzenkontakt (first suckling / erstes Säugen) in Ihrer Kontrollgruppe, die nach der Geburtseinleitung nicht mehr gefüttert wurde. Die Versuchsgruppe wurde 18 Stunden nach der Geburtseinleitung mit einem hochenergetischen Futter versorgt (1813,8 kcal ME mit 250 g Rohrzucker) und dabei konnte mit 10,76 min eine deutlich geringer Zeit bis zum ersten Zitzenkontakt festgestellt werden ($p < 0,01$).

Bei BALZANI et al. (2016) wurden an 74 multiparen Large White x Landrasse Sauen Untersuchungen zur Euterform und dem ersten Zitzenkontakt bzw. dem Saugverhalten gemacht. Im Durchschnitt wurden 29 min bis zum ersten Säugen benötigt, wobei das erste Säugen als ein mindestens 3-sekündiges Halten der Zitze und einer Schluckbewegung definiert wurde. Dabei wurde ein erfolgreiches Säugen an den vorderen und hinteren Zitzen mit 28 min bzw. 26 min schneller erreicht als bei den mittleren Zitzen mit 34 min ($p = 0,05$). Auch ein Zusammenhang mit der Geburtsrangfolge konnte ermittelt werden, die später geborenen Ferkel fanden schneller eine Zitze als die früh geborenen ($p < 0,001$). Des Weiteren konnte ein Einfluss der Anzahl der totgeborenen Ferkel ($p = 0,001$) und einer induzierten Geburt auf die Zeit bis zum ersten Säugen festgestellt werden ($p = 0,007$). Keinen Einfluss auf die Zeit bis zum ersten Säugen hatten die Wurfgröße, der Oxytocingehalt während der Abferkelung und die Anzahl der mumifizierten Ferkel.

In einem Versuch mit 67 Sauen aus einer Yorkshire x Norwegische Landrasse in $6,6 \text{ m}^2$ großen Bewegungsbuchten untersuchten VASDAL et al. (2011) die Zeiten bis zum ersten Säugen unter verschiedenen Voraussetzungen. Die Ferkel wurden nach der Geburt folgendermaßen behandelt: a) in das Ferkelnest gelegt, b) am Euter platziert, c) abgetrocknet und am Fundort abgelegt, d) abgetrocknet und im Ferkelnest abgelegt, e) abgetrocknet und am Euter abgelegt. Im Durchschnitt wurden 62 min bis zum ersten Säugen benötigt. Dabei hatten die Gruppen, die am Euter abgelegt wurden die kürzesten Zeiten, wobei das Abtrocknen keine Rolle spielte bzw. die Zeit sogar leicht verlängerte ($41,6 \text{ min}$ zu $43,2 \text{ min}$). Das zeigte sich auch zwischen der unbehandelten Kontrollgruppe und den abgetrockneten und zurückgelegten Ferkeln. Hier waren die abgetrockneten Ferkel nur etwas schneller ($57,4 \text{ min}$ zu $59,3 \text{ min}$). Am schlechtesten schnitten die Ferkel ab, die ins Nest gelegt wurden. Die unbehandelt abgelegten Ferkel benötigten dabei 96,3 min, die abgetrockneten Ferkel immerhin noch 77,7 min bis zum ersten Säugen. Allerdings muss erwähnt werden das die Gruppe, die ohne Abtrocknen am Euter abgelegt wurde, die höchsten Ferkelverluste zu tragen hatte (15,1 %). Die Kontrollgruppe hatte nur 7,9 % Verluste. Das Abtrocknen zeigte Vorteile bei allen Gruppen, so verlor die abgetrocknete Gruppe, die am Euter abgelegt wurde, nur 9,3 % der Ferkel. Auch konnte eine Tendenz zwischen der Wurfgröße und der Zeit bis zum ersten Säugen ermittelt werden, Ferkel aus

größeren Würfen benötigten hier mehr Zeit ($p < 0,1$). Ein höheres Geburtsgewicht und eine höhere Rektaltemperatur sorgten ebenfalls für kürzere Zeiten bis zum ersten Säugen ($p < 0,001$ und $p < 0,01$).

3 Zielstellung

Folgende Zielstellungen bilden den Rahmen dieser Arbeit:

- Entwicklung der Konzentration der Hormone Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol sowie Oxytocin und Glucose im peri- und postnatalen Zeitraum.
- Analyse ausgewählter Zusammenhänge zwischen der Konzentration der Hormone Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol und Oxytocin sowie Glucose zur Haltungsumwelt der Sau zur Abferkelung, dem Zwischenferkelintervall und der Zeit bis zum ersten Zitzenkontakt.

4 Material und Methoden

4.1 Material

Die Daten für diese Arbeit wurden durch Versuche am Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf ermittelt. Das Institut liegt in Mecklenburg-Vorpommern, in der Nähe von Rostock. Es bewirtschaftet ca. 20 ha Grundstücksfläche, in den Gebäuden gibt es für den Betrieb des Instituts 6500 m² Nutzfläche. Hier sind neben 60 Wissenschaftler/-innen 240 weitere Mitarbeiter/-innen für das Forschungsinstitut tätig.

Die Stallanlagen der „Experimentieranlage Schwein“ arbeiten im geschlossenen System mit ca. 750 Tierplätzen in verschiedenen Haltungsformen. Diese sind in die Bereiche „Ferkelerzeugung“ mit ca. 80 Stammsauen der Deutschen Landrasse und „Versuchstierhaltung“ aufgeteilt. Die Reinzuchtsauen werden im Herdbuch des Zuchtverbandes (Hybridschweinezüchtverband Nord/Ost e.V.) als Nukleusbestand der Mutterrassen geführt. Der gesamte Bestand zeichnet sich durch einen hohen Gesundheitsstatus und ein hohes Leistungsniveau aus (FORSCHUNGSINSTITUT FÜR NUTZTIERBIOLOGIE (FBN), 2022).

Während der Tragezeit wurden die Sauen in Gruppen gehalten, die Aufstallung der Tiere zur Abferkelung erfolgte am Tag 105 der Trächtigkeit. Die Größe der Bewegungsbuchten betrug ca. 6,5 m². Die Buchten mit den Ferkelschutzkörben fielen etwas kleiner aus, mit einem Ferkelschutzkorb von ca. 1,8 m x 0,6 m (VERNUNFT et al., 2021; siehe Abbildung 7, unten). Die Daten für diese Arbeit wurden über die Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung in Form einer Excel-Tabelle zur Verfügung gestellt. Insgesamt sind in den Tabellen Daten von 30 Würfen bei 20 multiparen Sauen enthalten, von denen 7 Sauen je einen Wurf im Ferkelschutzkorb und einen Wurf in einer Bewegungsbucht hatten. 3 Sauen ferkelten nur in einer Bewegungsbucht und 3 Sauen nur in einem Ferkelschutzkorb. Da bei einigen Sauen nicht alle Werte vollständig waren, wurden die Daten von 10 Sauen bzw. Würfen bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Für die Auswertungen standen somit Datensätze von 13 Sauen und je 10 Würfen in Bewegungsbuchten und Ferkelschutzkorb zur Verfügung (Siehe Tabelle 3, Seite 24).

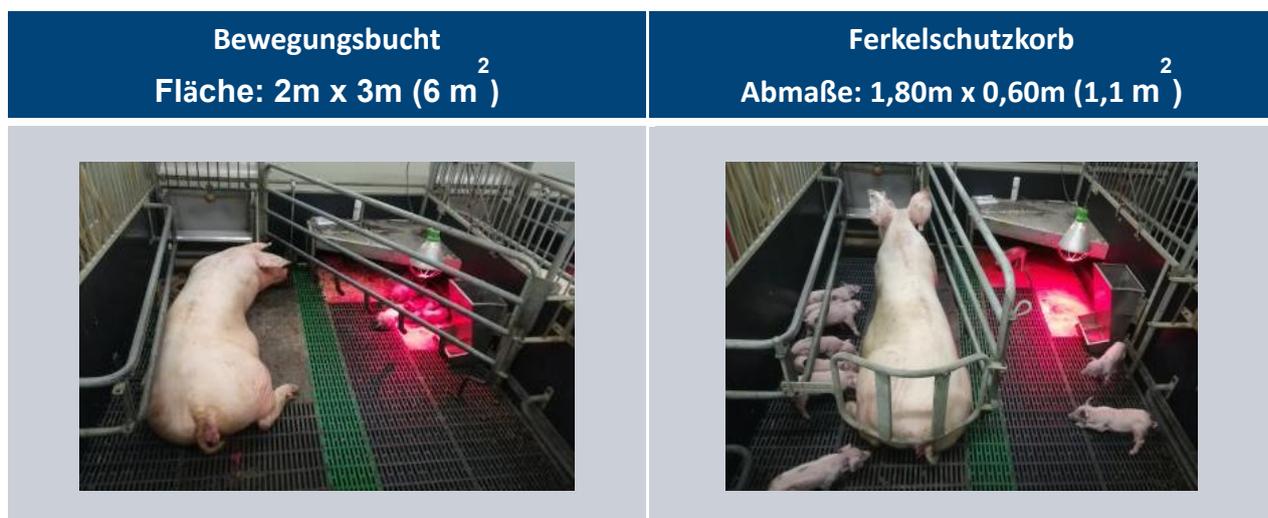


Abbildung 7: Aufstallungsform zur Abferkelung

Foto Quelle: VERNUNFT et al (2021); Präsentation zum 26. Mitteldeutschen Schweine-Workshop

4.2 Methode

4.2.1 Datenerhebung

Die Daten zu den Auswertungen wurden von den Mitarbeitern des Forschungsinstituts für Nutztierbiologie (FBN) bei der Geburtsüberwachung ermittelt. Die endokrinologischen und stoffwechselbezogenen Werte wurden per Blutuntersuchung in einem Labor ausgewertet. Dazu wurde den Tieren am 112. Tag der Trächtigkeit ein Ohrvenenkatheter eingesetzt. Hierbei erfolgte auch die erste Blutentnahme. Bis zur Geburt des ersten Ferkels erfolgten weitere Blutuntersuchungen am 114., 116. und 117. Trächtigkeitstag, sofern noch keine Geburt eingesetzt hatte. Nach der Geburt des ersten Ferkels wurde innerhalb von 10 Minuten eine weitere Blutprobe gezogen, um dann während der Geburt im Abstand von 30 Minuten weitere Blutproben zu entnehmen. 60 Minuten nach der Geburt des letzten Ferkels fand die letzte Blutentnahme statt, die noch dem Geburtsvorgang zugeordnet wurde. Danach fanden die Blutentnahmen für die nächsten 4 Tage im täglichen Rhythmus statt (siehe Tabelle 1, unten).

Tabelle 1: Schema der Blutprobenentnahmen

Bezeichnung des Entnahmezeitpunktes	Stadium der Geburt	Beschreibung
Tag 112	ante partum	An diesen Tagen erfolgte eine Blutuntersuchung, sofern die Geburt noch nicht eingesetzt hatte.
Tag 114		
Tag 116		
Tag 117		
0	ante partum	Letzte Blutuntersuchung vor Beginn der Geburt.
P1	intra partum	Die erste Blutuntersuchung P1 erfolgte innerhalb der ersten 10 Minuten nach Geburt des 1. Ferkels. Danach erfolgten die Blutuntersuchungen im Abstand von 30 Minuten. Die letzte Blutuntersuchung fand 60 Minuten nach Geburtsende statt (bei kurzen Geburten zum Beispiel schon bei „P8“).
P2		
P3		
....		
Pn		
1PP	post partum	Nach Geburtsende erfolgten weitere Blutuntersuchungen an 4 aufeinanderfolgenden Tagen.
2PP		
3PP		
4PP		

4.2.2 Datenaufbereitung

Für die Übernahme und Auswertung in SPSS sind die Daten in Excel 2010 aufbereitet worden. Dabei wurden Werte nach folgendem Schema gruppiert und zusammengefasst:

- a. Zur Beschreibung der Hormonwerte im peri- und postnatalen Zeitraum in Tagen bekam jede Sau 5 Klassen zugeordnet, die sich auf folgende Werte beziehen:

D 1	der letzte ermittelte Wert vor Geburtsbeginn.
D 2	Werte von Geburtsbeginn bis Geburtsende wie unter „b“ beschrieben.
D 3	der ermittelte Wert am 1. Tag nach der Geburt.
D 4	der ermittelte Wert am 2. Tag nach der Geburt.
D 5	der ermittelte Wert am 3. Tag nach der Geburt.

Die Daten des 4. Tages nach Geburt wurden nicht berücksichtigt, da nur vereinzelt Werte vorhanden waren.

- b. Zusätzlich wurden den Sauen 6 weitere Klassen zugewiesen, um die Hormonwerte innerhalb der Geburt zu beschreiben. Diesen Klassen wurden die Werte wie folgt zugeordnet:

h 1	der erste gemessene Wert innerhalb von 10 Minuten nach Geburtsbeginn.
h 2	der Mittelwert aus den Messungen der folgenden Stunde (Minute 11 – 70).
h 3	der Mittelwert aus den Messungen der 2. Stunde (Minute 71 – 130).
h 4	der Mittelwert aus den Messungen der 3. Stunde (Minute 131 – 190).
h 5	der Mittelwert der restlichen Messungen von Minute 191 bis zum vorletzten Wert.
h 6	der letzte gemessene Wert innerhalb der Geburt (60 Minuten nach letztem Ferkel).

Der Geburtsbeginn wurde mit der Expulsion des ersten Ferkels, das Geburtsende auf 60 Minuten nach der Geburt des letzten Ferkels festgelegt.

War der letzte gemessene Wert innerhalb der Geburt auch gleichzeitig ein Wert der eigentlich den Klassen h2 bis h5 hätte zugeordnet werden müssen, dann wurde dieser Wert nur der Klasse h6 zugeordnet und bei der ursprünglichen Berechnung nicht mehr berücksichtigt.

- c. Die Werte für den Zwischenferkelintervall (ZFI) und erster Zitzenkontakt (1. ZK) beziehen sich auf den Zeitraum innerhalb der Geburt wie unter „b.“ beschrieben und wurden folgendermaßen ermittelt:

Der Klasse h1 wurden nur Daten aus den ersten 10 Minuten nach Geburtsbeginn zugeordnet. Das heißt nur bei Geburt eines weiteren Ferkels in den ersten 10 Minuten nach der Geburt des ersten Ferkels, wurde hier der zeitliche Abstand zum Vorgängerferkel zugewiesen bzw. ein Mittelwert aus mehreren Zwischenferkelintervallen gebildet.

Für die Klasse h2 wurden Mittelwerte gebildet aus den Werten, die sich in den nächsten 60 Minuten ergeben haben (von Minute 11 bis Minute 70).

Analog wurde für die Klassen h 3 und h 4 verfahren.

Für die Klasse h5 wurde der Mittelwert gebildet von allen Geburten ab Minute 191 bis

zur Geburt des vorletzten Ferkels.

Der Klasse h6 wurde der Wert des letzten Ferkels zugewiesen. Auch hier mit der Maßgabe, dass der letzte Wert nicht bei Berechnung von Vorgängerwerten verwendet wird.

Diese Zuordnung soll eine Gegenüberstellung dieser Werte zu den ermittelten Hormonwerten innerhalb der Geburt ermöglichen (siehe Tabelle 2, unten).

Tabelle 2: Zuordnung der innergeburtlichen Werte für Hormone, ZFI und erster ZK

Klasse	Zuordnung der innergeburtlichen Hormonwerte und der Werte für ZFI und erster Zitzenkontakt
h 1	nur Werte bzw. Mittelwerte aus den ersten 10 Minuten nach Geburtsbeginn
h 2	Mittelwerte aus den Minuten 11 - 70
h 3	Mittelwerte aus den Minuten 71 - 130
h 4	Mittelwerte aus den Minuten 131 - 190
h 5	Mittelwerte ab Minute 191 bis zum vorletzten Ferkel bzw. vorletztem Wert
h 6	Wert des letzten Ferkels bzw. der letzten Messung

4.2.3 Datenauswertung

Für die statistischen Berechnungen wurde IBM SPSS Statistics Version 28.0.1.0 (142) verwendet.

Die Auswertungen erfolgten als Mittelwertvergleich und als einfaktorielle Varianzanalyse mit deskriptiver Statistik und dem Posthoc „Scheffé-Test“ bei einem Signifikanzniveau von 0,05.

5 Ergebnisse

5.1 Allgemeine Versuchsergebnisse

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden 289 Ferkel geboren, davon 269 lebend von denen am 7. Tag noch 242 lebten. Die Gesamtverluste bis zum Tag 7 betragen 16,3 %, von den lebend geborenen verlor man 10 %.

In der Bewegungsbucht wurden 144 Ferkel geboren, davon 131 lebend von denen am 7. Tag noch 119 lebten. Die Gesamtverluste betragen hier 17,4 %, von den lebend geborenen verlor man 8,3 %.

Im Ferkelschutzkorb lebten am 7. Tag noch 123 Ferkel von 138 lebend geborenen. Von den 145 gesamt geborenen Ferkeln betragen die Verluste bis zum 7. Tag 15,2 %, von den lebend geborenen Ferkeln verlor man 10,9 % (siehe Tabelle 3, unten).

Tabelle 3: Übersicht Versuchsergebnisse zu Würfen und Ferkeln

Ergebnisse	n	Gesamt geborene Ferkel	Lebend geborene Ferkel	Am 7. Tag noch lebende Ferkel
Bewegungsbucht	10	144	131	119
Ferkelschutzkorb	10	145	138	123
Gesamt	20	289	269	242

5.2 Adrenalin

Der Mittelwert ist in der Bewegungsbucht mit 40,8pg/l etwas niedriger als im Ferkelschutzkorb mit 49,1 pg/ml. Eine Signifikanz besteht nicht (siehe Tabelle 4, unten).

Tabelle 4: Adrenalingehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungform.

Haltungform	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	92	40,8	43,5	2,2	255,3	106,4
Ferkelschutzkorb	91	49,1	43,1	1,5	246,3	87,8
Ges:	183	45	43,3	1,5	255,3	96,5

Der Verlauf der AdrenalinKonzentration über den gesamten Untersuchungszeitraum ergab recht hohe Anfangswerte mit 68,2 pg/ml, die dann leicht abnehmen. Statistisch signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen den Klassen D1 und D5 mit $p=0,037$. Eine Tendenz konnte zwischen den Klassen D1 und D3 ermittelt werden, mit $p=0,08$ (siehe Tabelle 5, unten).

Tabelle 5: Adrenalingehalt aller Sauen nach Tagen

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
D1	20	68,2 ^{ac}	59,4	5,3	246,3	87,1
D2	115	48,4	44,1	2,2	255,3	91,1
D3	18	28,4 ^d	19,6	4,6	63,0	68,9
D4	17	30,8	32,7	1,5	143,9	106,1
D5	13	19,9 ^b	10,3	3,8	38,5	52,0
Gesamt	183	45,0	43,4	1,5	255,3	96,5

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,004

a:b; $p<0,05$

c:d; $p<0,1$

Die Untersuchung des Verlaufs nach Haltungform ergab signifikante Unterschiede der Klassen innerhalb der Bewegungsbucht ($p=0,032$) während die Klassen im Ferkelschutzkorb mit $p=0,194$ nicht so deutlich unterscheidbar waren. Auffällig auch die hohen Maximalwerte, die zum Teil den 5-fachen Wert der Mittelwerte erreichten (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7, unten).

Tabelle 6: Adrenalingehalt der Sauen in der Bewegungsbucht nach Tagen

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
D1	10	72,2	52,7	9,7	152,9	73,1
D2	58	43,5	46,4	2,2	255,3	106,7
D3	8	19,4	16,9	4,6	58,7	86,8
D4	9	24,4	16,8	2,4	54,6	69,0
D5	7	19,8	9,1	5,1	32,6	46,0
Gesamt	92	40,8	43,5	2,2	255,3	106,4

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,032

Tabelle 7: Adrenalingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb nach Tagen

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
D1	10	64,2	68,1	5,3	246,3	106,0
D2	57	53,5	41,5	3,9	237,4	77,5
D3	10	35,6	19,3	12,6	63,0	54,3
D4	8	38,0	44,7	1,5	143,9	117,8
D5	6	20,0	12,5	3,8	38,5	62,7
Gesamt	91	49,1	43,1	1,5	246,3	87,8

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,194

Die Werte scheinen in der Bewegungsbucht zu Beginn der Geburt etwas höher zu sein als im Ferkelschutzkorb. In der Bewegungsbucht fallen diese dann etwas stärker ab, während im Ferkelschutzkorb bis zur Klasse D4 etwas erhöht erscheint (siehe Abbildung 8, Seite 27). Für die Klasse D3 konnte eine Tendenz nachgewiesen werden. Hier waren die Mittelwerte in den Bewegungsbuchten mit $p=0,081$ tendenziell geringer als im Ferkelschutzkorb (siehe Tabelle 8, Seite 27).

Tabelle 8: Adrenalingehalt der Sauen aus der Klasse D3 nach Haltungform

Haltungform	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	8	19,4	16,9	4,6	58,7	86,8
Ferkelschutzkorb	10	35,6	19,3	12,6	63,0	54,3
Ges:	18	28,4	19,6	4,6	63,0	68,9

Anova Sig.: 0,081

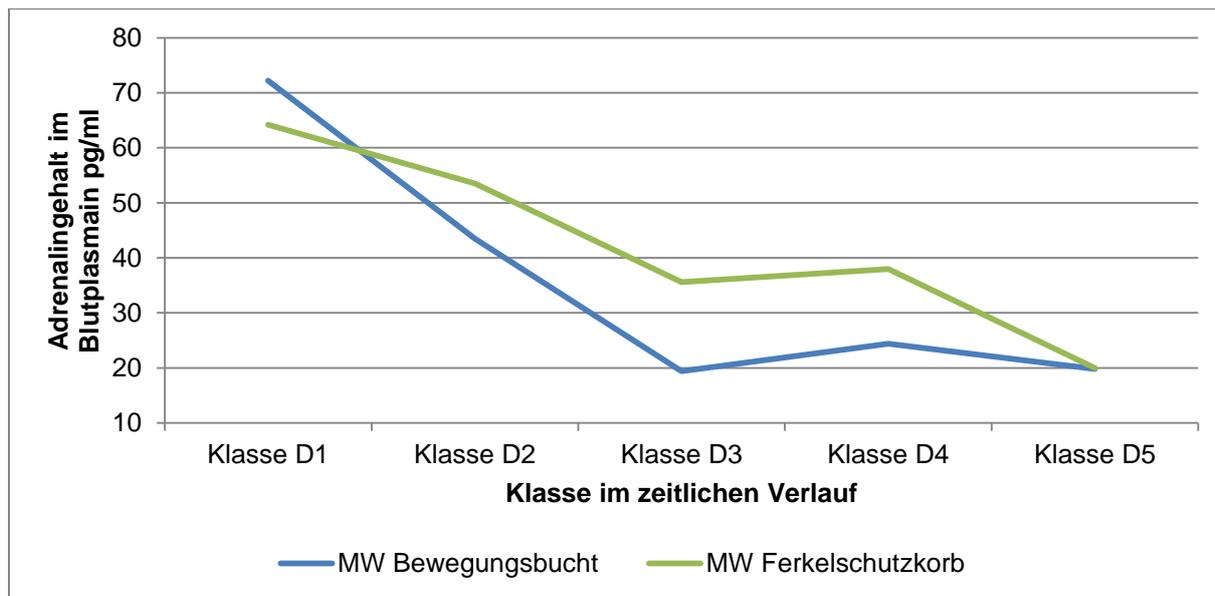


Abbildung 8: Verlauf des Adrenalingehalts im gesamten Untersuchungszeitraum

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Innerhalb der Geburt starteten die Konzentrationswerte in Klasse h1 bei 51,6 pg/ml, um in Klasse h2 auf 60,1 pg/ml anzusteigen. Danach fielen die Werte auf das Ausgangsniveau zurück, um in den Klassen h4 bis h6 auf ein leicht schwankendes Niveau von ca. 40 pg/ml einzupendeln. Eine Signifikanz zwischen den Klassen konnte nicht ermittelt werden (siehe Tabelle 9, unten).

Tabelle 9: Adrenalinegehalt aller Sauen innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
h1	20	51,6	42,4	3,9	183,2	82,1
h2	20	60,1	59,8	3,9	255,3	99,6
h3	20	51,5	53,4	10,9	237,4	103,6
h4	20	38,9	33,8	8,2	134,3	86,9
h5	15	44,0	22,2	15,6	109,0	50,4
h6	20	43,5	40,6	2,2	140,8	93,5
Gesamt	115	48,4	44,1	2,2	255,3	91,1

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels) Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Die Verläufe der Adrenalinkonzentration in den unterschiedlichen Haltungsformen waren nicht signifikant unterschiedlich. Die Mittelwerte ähnelten denen der Gesamtgruppe (siehe Tabelle 10, unten, und Tabelle 11, Seite 29 sowie Abbildung 9, Seite 30).

Tabelle 10: Adrenalinegehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
h1	10	53,6	51,4	3,9	183,2	96,0
h2	10	58,6	76,7	4,6	255,3	130,8
h3	10	36,4	30,6	10,9	118,8	84,0
h4	10	34,4	31,1	9,5	114,6	90,4
h5	8	34,3	11,3	15,6	49,9	32,9
h6	10	41,6	50,1	2,2	140,8	120,5
Gesamt	58	43,5	46,4	2,2	255,3	106,7

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Tabelle 11: Adrenalingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
h1	10	49,6	33,7	7,6	105,1	67,9
h2	10	61,5	40,9	3,9	121,7	66,4
h3	10	66,6	67,6	14,7	237,4	101,5
h4	10	43,3	37,4	8,2	134,3	86,3
h5	7	55,0	27,0	29,8	109,0	49,1
h6	10	45,3	31,1	5,8	91,0	68,5
Gesamt	57	53,5	41,5	3,9	237,4	77,5

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

In der Klasse h5 konnte eine Tendenz zu niedrigeren AdrenalinKonzentrationen in den Bewegungsbuchten ermittelt werden ($p=0,069$). In der Klasse h6 konnte dieser Unterschied nicht mehr nachgewiesen werden (siehe Tabelle 12, unten, und Tabelle 13, unten).

Tabelle 12: Adrenalingehalt der Sauen aus der Klasse h5 nach Haltungform

Haltungform	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	8	34,3	11,3	15,6	49,9	32,9
Ferkelschutzkorb	7	55,0	27,0	29,8	109,0	49,1
Ges:	15	44,0	22,2	15,6	109,0	50,4

Anova Sig.: 0,069

Tabelle 13: Adrenalingehalt der Sauen aus der Klasse h6 nach Haltungform

Haltungform	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	10	41,6	50,1	2,2	140,8	120,5
Ferkelschutzkorb	10	45,3	31,1	5,8	91,0	68,5
Ges:	20	43,5	40,6	2,2	140,8	93,5

Anova Sig.: 0,843

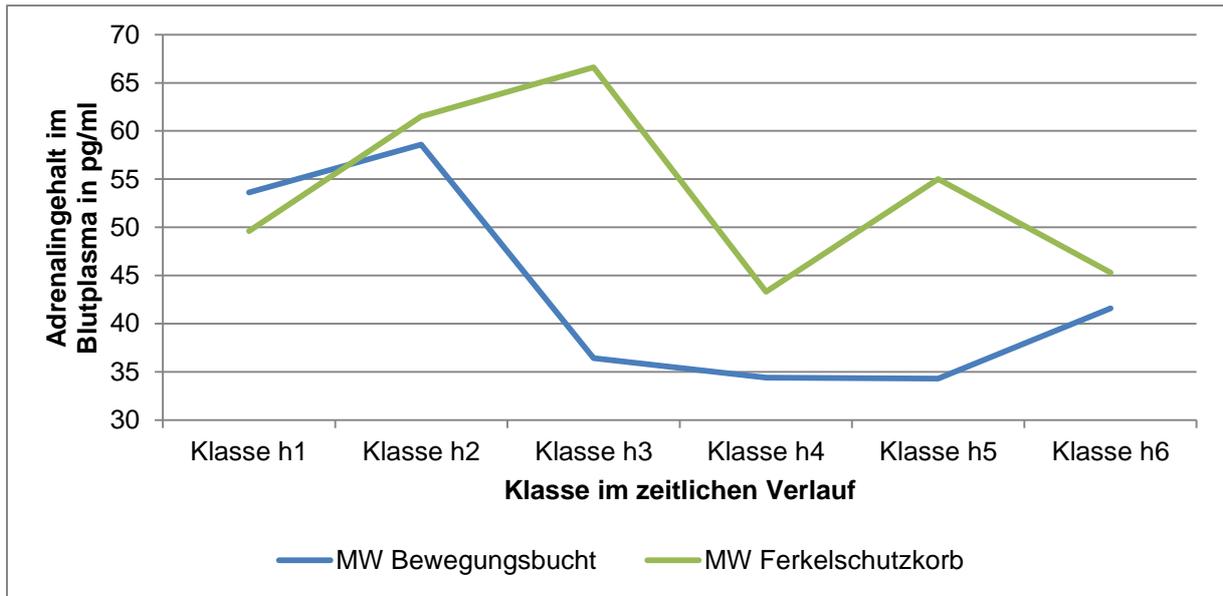


Abbildung 9: Verlauf des Adrenalingehalts innerhalb der Geburt

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der AdrenalinKonzentrationen aus der Literatur und der eigenen Untersuchung:

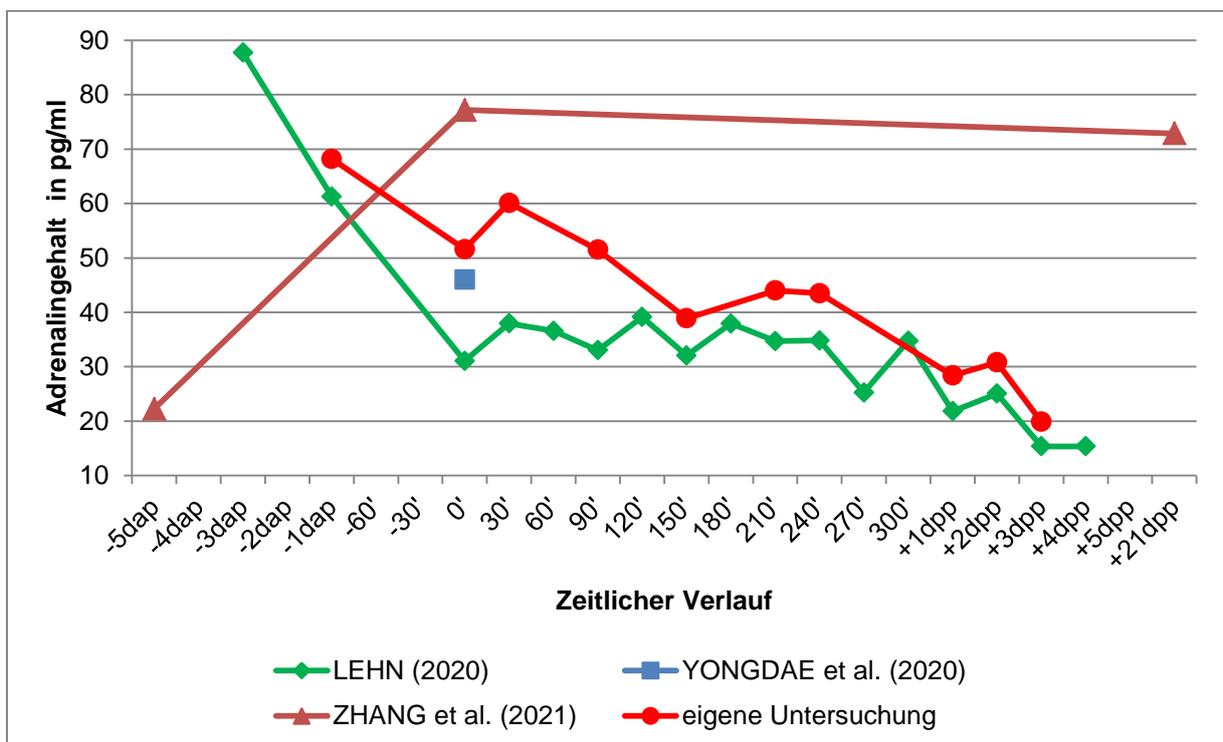


Abbildung 10: Übersicht der AdrenalinKonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), YONGDAE et al. (2008), ZHANG et al. (2020) und der eigenen Untersuchung

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

5.3 Noradrenalin

Die Mittelwerte der NoradrenalinKonzentrationen bewegten sich im gesamten Untersuchungszeitraum auf ca. 180 pg/ml. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Haltungformen ermittelt werden. Die Maximalwerte waren sehr hoch (siehe Tabelle 14, unten).

Tabelle 14: Noradrenalingehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungform

Haltungform	n	MW pg/ml	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	92	180,4	83,3	41,9	506,4	46,1
Ferkelschutzkorb	91	185,0	76,3	58,6	521,2	41,2
Ges:	183	182,7	79,7	41,9	521,2	43,6

Beginnend mit hohen Mittelwerten von 210,9 pg/ml in der Klasse D1 fielen die Werte in der Klasse D2 minimal ab auf 195,3 pg/ml. Danach gab es einen deutlichen Abfall in Klasse D3 auf 143 pg/ml und einen leichten Rückgang in Klasse D4. In Klasse D5 kam es zu einem leichten Anstieg auf 143,7 pg/ml. Diese Unterschiede waren mit $p=0,001$ signifikant.

Bei den Maximalwerten konnte festgestellt werden, dass in den Klassen D1 und D2 mit über 500 pg/ml die Höchstwerte erreicht wurden. In den Klassen D3 und D4 sanken die Werte deutlich auf ca. 300 pg/ml, um dann in Klasse D5 auf 234,8 abzusinken.

Eine Tendenz konnte zwischen den Klassen D4 und D1 bis D2 ermittelt werden ($p=0,065$ bzw. $p=0,062$), (siehe Tabelle 15, unten).

Tabelle 15: Noradrenalingehalt aller Sauen nach Tagen

Klasse	n	MW pg/ml	SD	Min	Max	VK
D1	20	210,9 ^b	102,8	59,5	506,4	48,7
D2	115	195,3 ^b	73,9	51,5	521,2	37,8
D3	18	143,5	68,9	41,9	303,6	48,0
D4	17	135,3 ^a	76,0	42,3	307,1	56,2
D5	13	143,7	57,4	65,2	234,8	39,9
Gesamt	183	182,7	79,7	41,9	521,2	43,6

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,001

a:b; $p<0,1$

In der Untersuchung nach Haltungsformen ergab sich für den Verlauf ein ähnliches Bild wie in der Gesamtgruppe. Die Werte in Klasse D1 waren die höchsten und fielen dann ab, wobei die Werte in den Bewegungsbuchten in Klasse D1 etwas höher und in den Klassen D3 und D4 etwas niedriger ausfielen. Eine Umkehrung der Maximalwerte zwischen D1 und D2 war ebenfalls zu beobachten. Die Unterschiede der Klassen in den einzelnen Gruppen fiel für die Bewegungsbucht mit 0,009 signifikant aus, während dieser Wert beim Ferkelschutzkorb mit $p=0,099$ nur eine Tendenz andeutete. Signifikante Unterschiede zwischen den Klassen der unterschiedlichen Haltungsformen konnten im Scheffé-Test nicht ermittelt werden (siehe Tabelle 16, unten, und Tabelle 17, unten, sowie Abbildung 11, Seite 33).

Tabelle 16: Noradrenalingehalt der Sauen in den Bewegungsbuchten

Klasse	n	MW pg/ml	SD	Min	Max	VK
D1	10	223,3	131,0	59,5	506,4	58,7
D2	58	193,1	75,0	51,5	438,2	38,8
D3	8	121,0	57,5	41,9	239,9	47,5
D4	9	123,6	54,6	42,3	212,0	44,2
D5	7	155,3	57,0	65,2	211,9	36,7
Gesamt	92	180,4	83,3	41,9	506,4	46,1

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,009

Tabelle 17: Noradrenalingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb

Klasse	n	MW pg/ml	SD	Min	Max	VK
D1	10	198,5	69,3	119,9	300,4	34,9
D2	57	197,6	73,4	73,4	521,2	37,1
D3	10	161,6	74,8	82,5	303,6	46,3
D4	8	148,6	97,0	58,6	307,1	65,3
D5	6	130,1	60,0	69,5	234,8	46,1
Gesamt	91	185,0	76,3	58,6	521,2	41,2

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,099

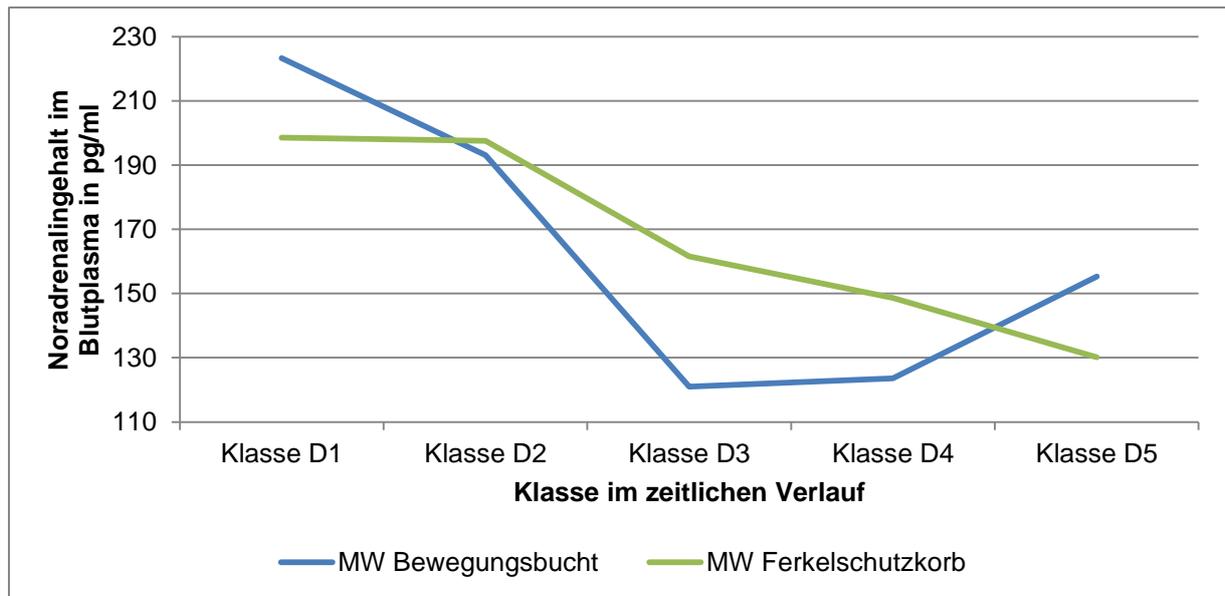


Abbildung 11: Verlauf des Noradrenalingehalts im gesamten Untersuchungszeitraum

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Die Konzentration von Noradrenalin innerhalb der Geburt war in den ersten beiden Klassen mit 227,1 pg/ml bzw. 237,1 pg/ml am höchsten, danach fielen die Werte auf unter 190 pg/ml deutlich ab. Ein signifikanter Unterschied war zwischen der Klasse h6 und den beiden Klassen h1 und h2 erkennbar (siehe Tabelle 18, unten).

Tabelle 18: Noradrenalingehalt aller Sauen innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW pg/ml	SD	Min	Max	VK
h1	20	227,1 ^b	73,0	91,3	383,9	32,2
h2	20	237,1 ^b	78,3	101,9	438,2	33,0
h3	20	192,7	83,5	110,5	521,2	43,4
h4	20	174,8	54,2	110,5	332,6	31,0
h5	15	185,4	44,2	108,5	258,5	23,8
h6	20	152,3 ^a	67,5	51,5	307,0	44,3
Gesamt	115	195,3	73,9	51,5	521,2	37,8

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,001

a,b; $p < 0,05$

Im Vergleich der Haltungsformen konnte in der Bewegungsbucht zwischen den Klassen ein Unterschied mit einer Signifikanz von $p=0,003$ festgestellt werden, das war im Ferkelschutzkorb mit $p=0,431$ nicht festzustellen.

Ausserdem konnte in der Bewegungsbucht mit $p=0,025$ ein signifikanter Unterschied zwischen den Klassen h2 und h6, sowie mit $p=0,056$ eine Tendenz zwischen den Klassen h1 und h6 ermittelt werden.

Solche Unterschiede wurden im Ferkelschutzkorb nicht ermittelt.

Dennoch ergaben sich im direkten Vergleich mit dem Scheffé-Test keine signifikanten Unterschiede oder Tendenzen zwischen den beiden Haltungsformen (siehe Tabelle 19, unten und Tabelle 20, unten sowie Abbildung 12, Seite 35).

Tabelle 19: Noradrenalingehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW pg/ml	SD	Min	Max	VK
h1	10	238,4 ^c	88,9	130,8	383,9	37,3
h2	10	248,8 ^a	93,4	124,3	438,2	37,6
h3	10	177,2	30,7	110,5	225,8	17,3
h4	10	175,2	60,4	110,5	332,6	34,5
h5	8	179,1	30,8	127,5	228,4	17,2
h6	10	137,1 ^{b,d}	60,1	51,5	258,9	43,8
Gesamt	58	193,1	75,0	51,5	438,2	38,8

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,003

a,b; $p<0,05$

c,d; $p<0,1$

Tabelle 20: Noradrenalingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW pg/ml	SD	Min	Max	VK
h1	10	215,9	55,5	91,3	289,6	25,7
h2	10	225,3	62,5	101,9	323,1	27,8
h3	10	208,1	115,1	123,5	521,2	55,3
h4	10	174,5	50,6	122,3	271,8	29,0
h5	7	192,6	57,7	108,5	258,5	29,9
h6	10	167,5	74,1	73,4	307,0	44,2
Gesamt	57	197,6	73,4	73,4	521,2	37,1

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,431

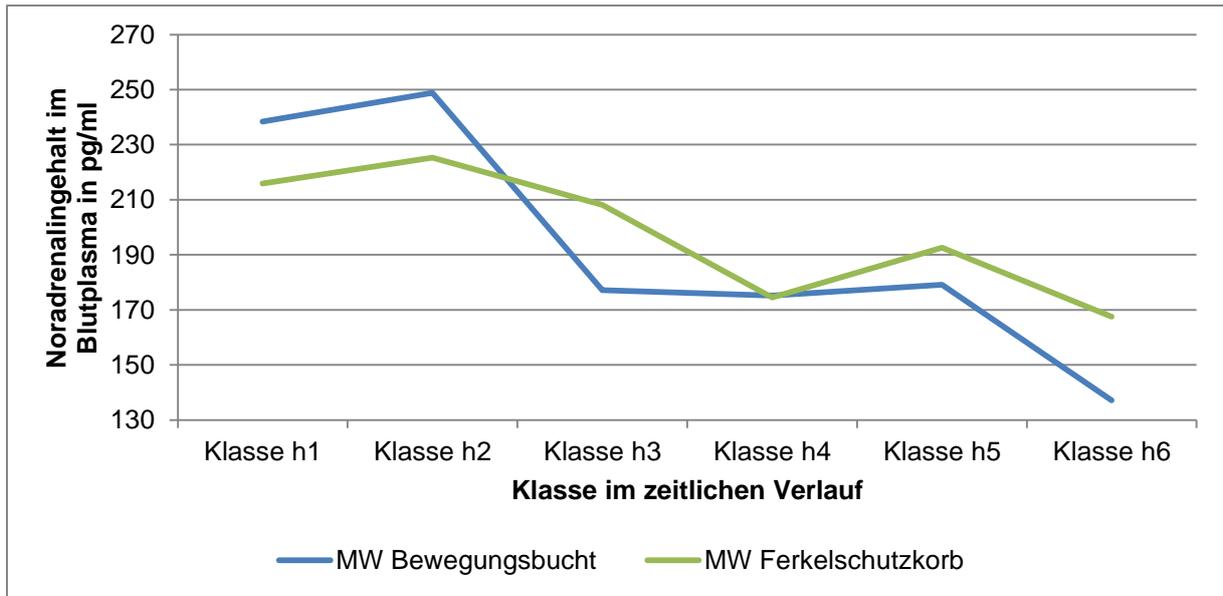


Abbildung 12: Verlauf des Noradrenalinegehalts innerhalb der Geburt

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der Noradrenalinkonzentrationen aus der Literatur und der eigenen Untersuchung:

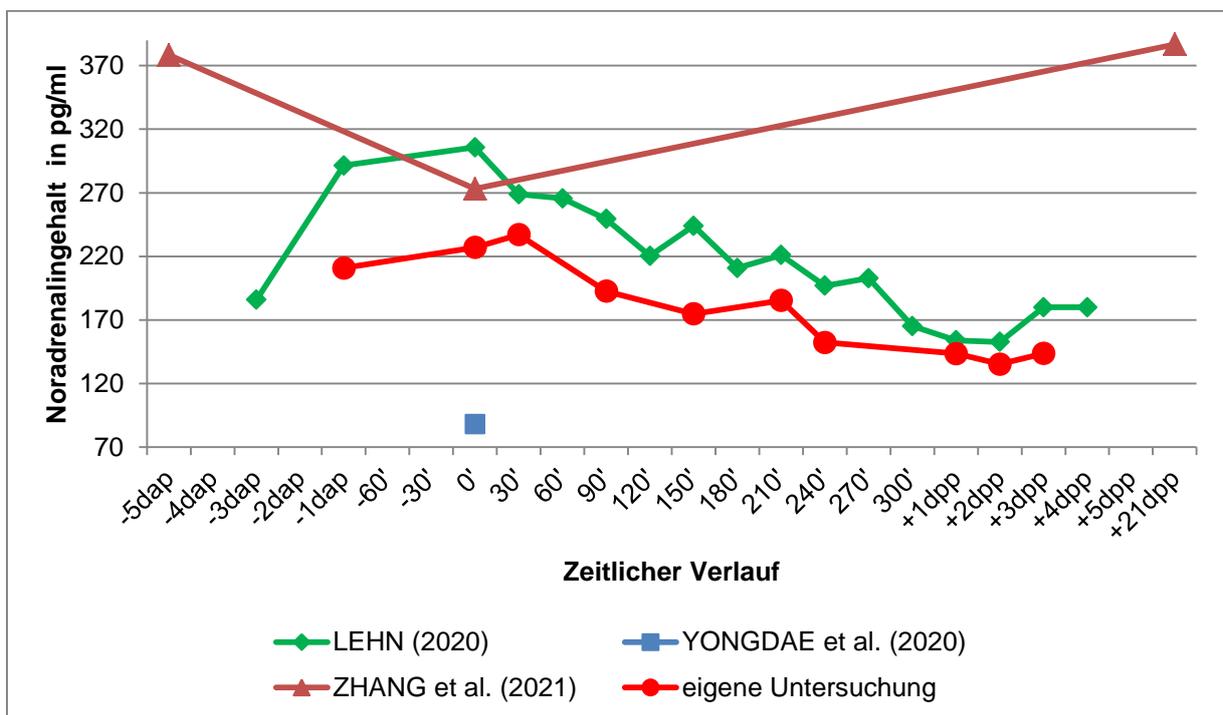


Abbildung 13: Übersicht der Noradrenalinkonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), YONGDAE et al. (2008), ZHANG et al. (2021) und der eigenen Untersuchung

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

5.4 Cortisol

Die Mittelwerte bewegten sich im gesamten Untersuchungszeitraum zwischen 50 ng/ml und 60 ng/ml bei einer recht hohen Schwankungsbreite von 0,0 bis 212 ng/ml. Die Werte bei der Haltung im Ferkelschutzkorb waren zwar etwas geringer und mit einer geringeren Schwankungsbreite, aber ein signifikanter Unterschied oder eine Tendenz waren statistisch nicht belegbar (siehe Tabelle 21, unten).

Tabelle 21: Cortisolgehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungsform

Haltungsform	n	MW (ng/ml)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	92	59,5	55,4	0,0	212,1	93,1
Ferkelschutzkorb	88	51,4	41,7	0,4	181,9	81,2
Gesamt	180	55,5	49,2	0,0	212,1	88,6

Im Verlauf über den gesamten Untersuchungszeitraum war vor der Geburt mit 47,1 ng/ml ein höherer Wert feststellbar, der sich am Tag der Geburt noch auf 68,1 ng/ml erhöhte. Danach fielen die Werte wieder ab. Auffällig hier die hohen Schwankungsbreiten, die zum Teil die Mittelwerte deutlich übertreffen. Eine Signifikanz der Mittelwerte konnte zwischen der Klasse D2 und den Klassen D4 und D5 ermittelt werden mit $p < 0,05$ (siehe Tabelle 22, unten).

Tabelle 22: Cortisolgehalt aller Sauen nach Tagen

Klasse	n	MW (ng/ml)	SD	Min	Max	VK
D 1	20	47,1	48,1	2,7	152,8	102,1
D 2	115	68,1 ^a	49,0	9,5	212,1	72,0
D 3	18	36,5	53,2	-	181,6	145,7
D 4	14	21,7 ^b	18,7	1,4	56,7	86,4
D 5	13	20,4 ^b	21,2	0,4	61,2	103,8
Gesamt	180	55,5	49,2	-	212,1	88,6

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,000

a:b; $p < 0,05$

In den Bewegungsbuchten scheinen die Mittelwerte über den gesamten Untersuchungszeitraum im Verlauf etwas höher zu sein als im Durchschnitt der Haltungsformen. Auch zeigte sich eine Signifikanz zwischen den Klassen von $p = 0,033$. Jedoch konnten im Scheffé-Test keine signifikanten Abhängigkeiten ermittelt werden. Auffällig hier, dass die Variationskoeffizienten bei den Klassen D1 und D2 nicht so hoch sind wie bei den Klassen D3 bis D5 (siehe Tabelle 23, Seite 37).

Tabelle 23: Cortisolgehalt der Sauen in Bewegungsbuchten nach Tagen

Klasse	n	MW (ng/ml)	SD	Min	Max	VK
D1	10	60,9	54,0	17,6	152,8	88,7
D2	58	71,0	55,1	16,6	212,1	77,6
D3	9	47,6	72,8	0,0	181,6	153,0
D4	8	17,1	17,6	1,4	56,7	103,0
D5	7	25,7	25,2	1,8	61,2	98,2
Gesamt	92	59,5	55,4	0,0	212,1	93,1

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,033

Im Ferkelschutzkorb scheinen die Mittelwerte im gesamten Untersuchungszeitraum im Verlauf etwas niedriger zu sein als im Durchschnitt der Haltungsformen. Die Signifikanz zwischen den Klassen ist mit $p=0,001$ höher als bei den Bewegungsbuchten.

Insgesamt scheint der Verlauf in Klasse D1 mit etwas niedrigeren Werten zu starten, um dann in der Klasse D2 einen Spitzenwert zu erhalten. Danach fallen die Werte wieder deutlich ab. Die Schwankungsbreiten scheinen nicht ganz so hoch zu sein wie in den Bewegungsbuchten, was auch an den etwas geringeren Variationskoeffizienten zu sehen ist. Hier war auch im Scheffé-Test eine Tendenz zwischen den Klassen D2 und D3 bis D4 nachweisbar ($p=0,086$ bzw. $p=0,055$) (siehe Tabelle 24, unten).

Tabelle 24: Cortisolgehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb nach Tagen

Klasse	n	MW (ng/ml)	SD	Min	Max	VK
D1	10	33,4	39,4	2,7	108,0	118,1
D2	57	65,1 ^a	42,1	9,5	181,9	64,8
D3	9	25,4 ^b	20,6	2,3	56,2	81,2
D4	6	27,8 ^b	20,0	7,7	51,7	72,0
D5	6	14,3	15,2	0,4	42,1	106,5
Gesamt	88	51,4	41,7	0,4	181,9	81,2

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,001

a:b; $p<0,1$

Die Untersuchung des Verlaufs der Hormonkonzentration in den Klassen D nach Haltungform erbrachte keine signifikanten Unterschiede oder Tendenzen zwischen der Haltung in Bewegungsbuchten und Ferkelschutzkörben (siehe Abbildung 14, unten).

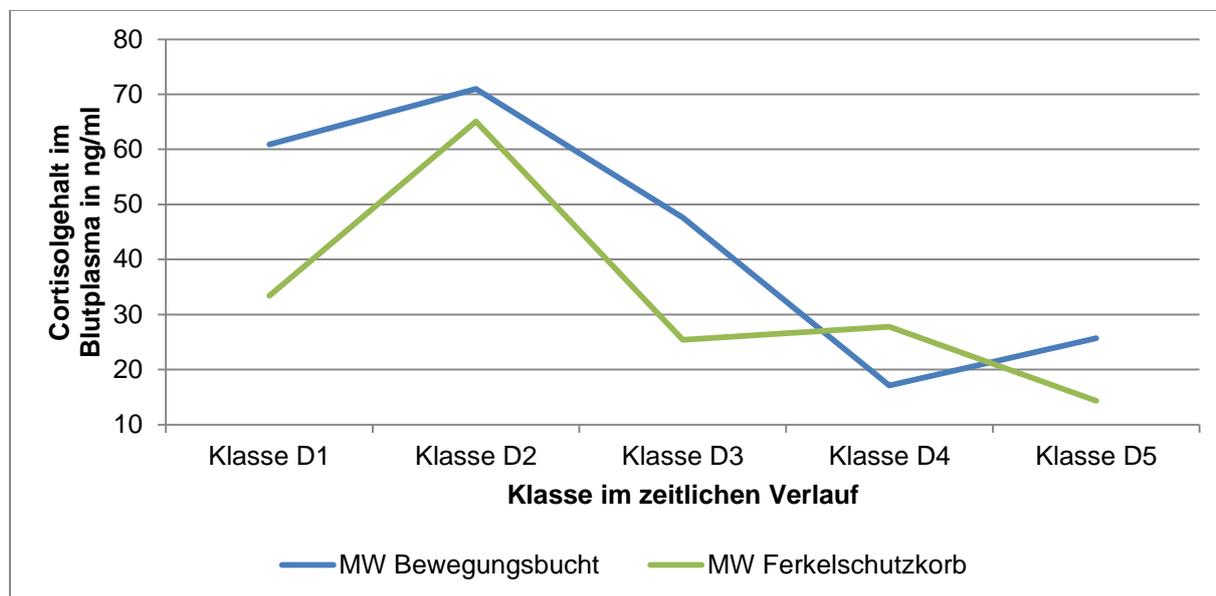


Abbildung 14: Verlauf des Cortisolgehalts im gesamten Untersuchungszeitraum

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Der Verlauf der Hormonkonzentration innerhalb der Geburt über alle Sauen lag zu Beginn der Geburt bei 54,3 ng/ml, um dann bis zur Klasse h5 stetig anzusteigen auf 81,8 ng/ml. In Klasse h6 war ein relativ starker Abfall auf 61,1 ng/ml zu beobachten. Auch hier waren die Schwankungsbreiten recht hoch. Es konnten jedoch keine statistischen Signifikanzen oder Tendenzen ermittelt werden (siehe Tabelle 25, unten).

Tabelle 25: Cortisolgehalt aller Sauen innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (ng/ml)	SD	Min	Max	VK
h 1	20	54,3	47,7	12,6	170,8	87,9
h 2	20	68,2	54,0	14,5	212,1	79,3
h 3	20	73,0	48,0	26,6	189,9	65,8
h 4	20	73,5	46,4	27,1	186,9	63,1
h 5	15	81,8	49,7	35,1	182,8	60,8
h 6	20	61,1	49,7	9,5	181,9	81,4
Gesamt	115	68,1	49,0	9,5	212,1	72,0

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Die Untersuchungen des Verlaufs der Hormonkonzentration nach Haltungsform ergaben keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Gruppen oder zur Gesamtgruppe. Auch der direkte Vergleich der Haltungsform in den Klassen h1 – h6 konnte keine signifikanten Unterschiede herausstellen (siehe Tabelle 26, unten, und Tabelle 27, unten und Abbildung 15, Seite 40).

Tabelle 26: Cortisolgehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (ng/ml)	SD	Min	Max	VK
h 1	10	53,8	55,1	17,7	170,8	102,4
h 2	10	75,5	67,3	17,5	212,1	89,1
h 3	10	78,1	57,3	26,6	189,9	73,3
h 4	10	81,8	52,7	34,1	186,9	64,4
h 5	8	85,8	52,0	35,1	182,8	60,6
h 6	10	54,1	49,8	16,6	151,9	92,0
Gesamt	58	71,0	55,1	16,6	212,1	77,6

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Tabelle 27: Cortisolgehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (ng/ml)	SD	Min	Max	VK
h 1	10	54,8	42,1	12,6	125,9	76,8
h 2	10	60,8	38,9	14,5	133,7	63,9
h 3	10	67,8	39,2	32,7	141,8	57,7
h 4	10	65,3	40,3	27,1	156,9	61,6
h 5	7	77,2	50,7	38,3	175,4	65,6
h 6	10	68,0	51,3	9,5	181,9	75,4
Gesamt	57	65,1	42,1	9,5	181,9	64,8

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

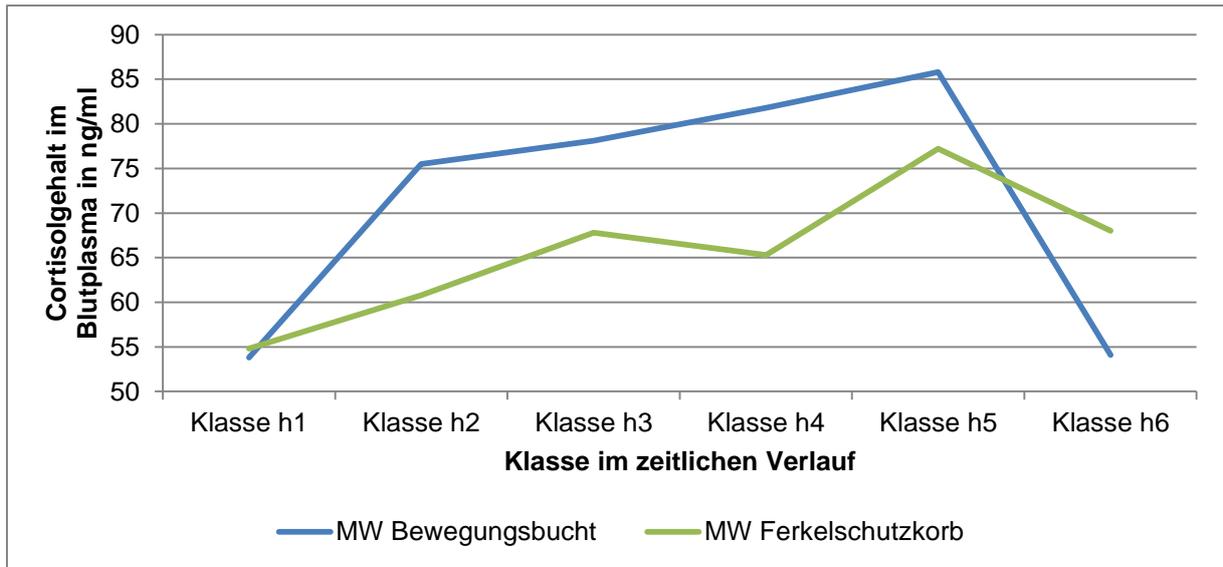


Abbildung 15: Verlauf des Cortisolgehalts innerhalb der Geburt

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der Cortisolkonzentrationen aus der Literatur und der eigenen Untersuchung:

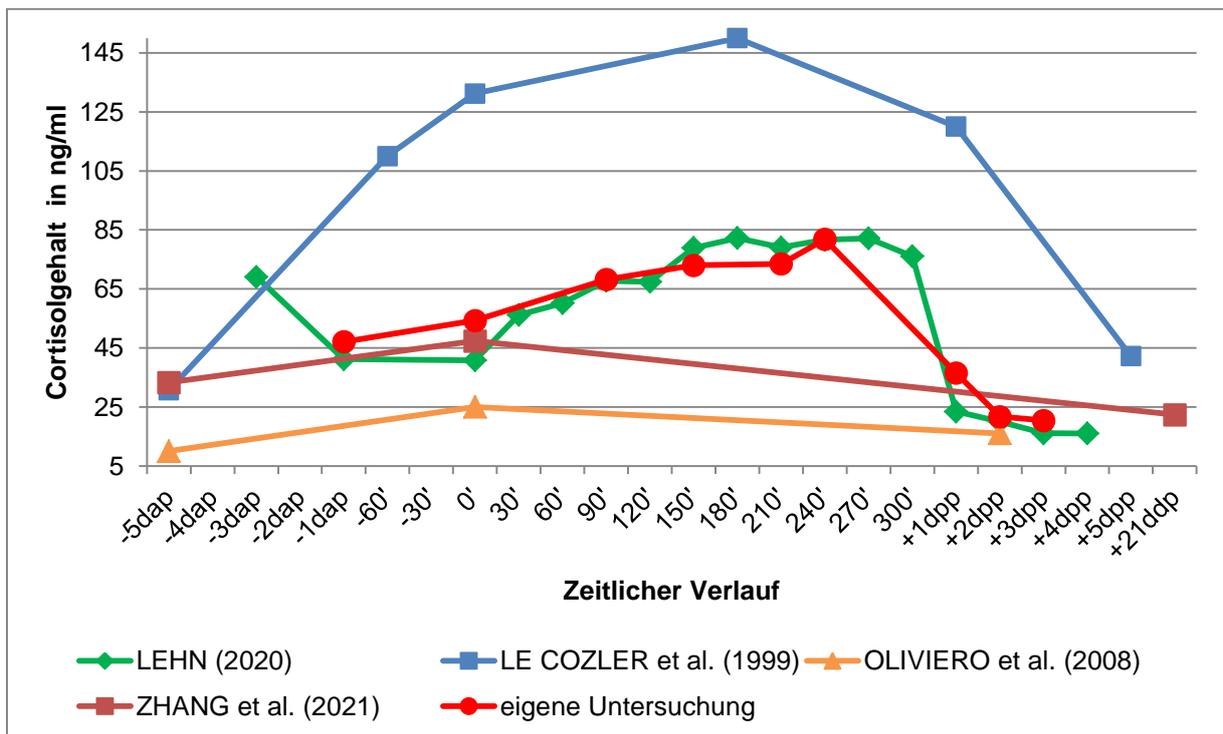


Abbildung 16: Übersicht der Cortisolkonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), OLIVIERO et al. (2008), ZHANG et al. (2021), LE COZLER et al. (1999) und der eigenen Untersuchung

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

5.5 Oxytocin

Im gesamten untersuchten peri- und postnatalen Zeitraum und über alle Sauen bewegte sich der Mittelwert des Oxytocingehaltes im Blutplasma auf einem Niveau von ca 30 pg/ml. Die Standardabweichung war mit 29,9 bei den Sauen im Ferkelschutzkorb leicht höher als bei den Sauen in der Bewegungsbucht, hier war die Standardabweichung 26,7. Auch bei den Min und Max Werten gab es leichte Unterschiede, im Ferkelschutzkorb schwankten die Werte von 0,6 bis 134,2, in der Bewegungsbucht von 3,6 bis 114,2. Allerdings erreichten die Unterschiede kein signifikantes Niveau (siehe Tabelle 28, unten).

Tabelle 28: Oxytocingehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungform

Haltungform	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	93	29,8	26,7	3,6	114,2	89,5
Ferkelschutzkorb	93	30,7	29,9	0,6	134,2	97,3
Gesamt	186	30,3	28,2	0,6	134,2	93,4

Bei der Auswertung nach Tagen mit allen Sauen konnte ein signifikanter Unterschied der Klasse D2 zu allen anderen Zeiträumen festgestellt werden ($p < 0,002$). Die Oxytocinwerte stiegen von 6,5 pg/ml in der Klasse D1 auf 44,8 pg/ml in der Klasse D2, um dann auf 7,8 bzw 5,7 und 6,9 pg/ml zurückzufallen. Auch bei den Min und Max Werten zeigte sich dieser Unterschied, wobei sich die Min Werte im Bereich von 0,6 bis 6,9 pg/ml bewegten, die Max Werte lagen im Bereich von 11,1 bis 134,2 pg/ml. Die Standardabweichung war im Vergleich in den ersten beiden Klassen höher und fiel später ab (siehe Tabelle 29, unten).

Tabelle 29: Oxytocingehalt aller Sauen nach Tagen

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
D 1	20	6,5 ^b	3,9	1,6	19,2	60,6
D 2	115	44,8 ^a	27,0	6,9	134,2	60,2
D 3	18	7,8 ^b	3,9	2,4	14,7	50,0
D 4	19	5,7 ^b	2,7	0,6	13,3	46,2
D 5	14	6,9 ^b	2,0	3,9	11,1	29,4
Gesamt	186	30,3	28,2	0,6	134,2	93,4

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,000

a:b; $p < 0,05$

Die Untersuchung des Verlaufs der Hormonkonzentration in den Klassen D nach Haltungsform erbrachte keine signifikanten Unterschiede zwischen der Haltung in Bewegungsbuchten und Ferkelschutzkörben (siehe Tabelle 31 und Tabelle 32, unten, und Abbildung 17, Seite 43). Die Verläufe differenzierten nur minimal, lediglich für die Klasse D3 konnte eine Tendenz mit einer Signifikanz von 0,062 ermittelt werden. Diese Messungen ergaben bei der Haltung in der Bewegungsbucht einen Wert von 9,7 pg/ml zu 6,3 pg/ml im Ferkelschutzkorb (siehe Tabelle 30, unten).

Tabelle 30: Oxytocingehalt der Sauen aus der Klasse D3 nach Haltungsform

Haltungsform	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	8	9,7	3,7	5,7	14,7	38,2
Ferkelschutzkorb	10	6,3	3,5	2,4	13,3	55,7
Gesamt	18	7,8	3,9	2,4	14,7	50,0

Anova Sig.: 0,062

Tabelle 31: Oxytocingehalt aller Sauen in Bewegungsbuchten nach Tagen

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
D 1	10	7,8 ^b	4,9	3,6	19,2	62,4
D 2	58	43,1 ^a	25,7	11,6	114,2	59,7
D 3	8	9,7 ^b	3,7	5,7	14,7	38,2
D 4	9	6,1 ^b	1,7	4,2	8,5	28,5
D 5	8	7,6 ^b	1,8	4,8	11,1	23,6
Gesamt	93	29,8 ^b	26,7	3,6	114,2	89,5

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,000

a:b; $p < 0,05$

Tabelle 32: Oxytocingehalt aller Sauen im Ferkelschutzkorb nach Tagen

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
D 1	10	5,2 ^b	2,2	1,6	9,6	43,4
D 2	57	46,5 ^a	28,3	6,9	134,2	60,9
D 3	10	6,3 ^b	3,5	2,4	13,3	55,7
D 4	10	5,4 ^b	3,3	0,6	13,3	61,8
D 5	6	5,9 ^b	2,0	3,9	8,9	34,4
Gesamt	93	30,7	29,9	0,6	134,2	97,3

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Anova Sig.: 0,000

a:b; $p < 0,05$

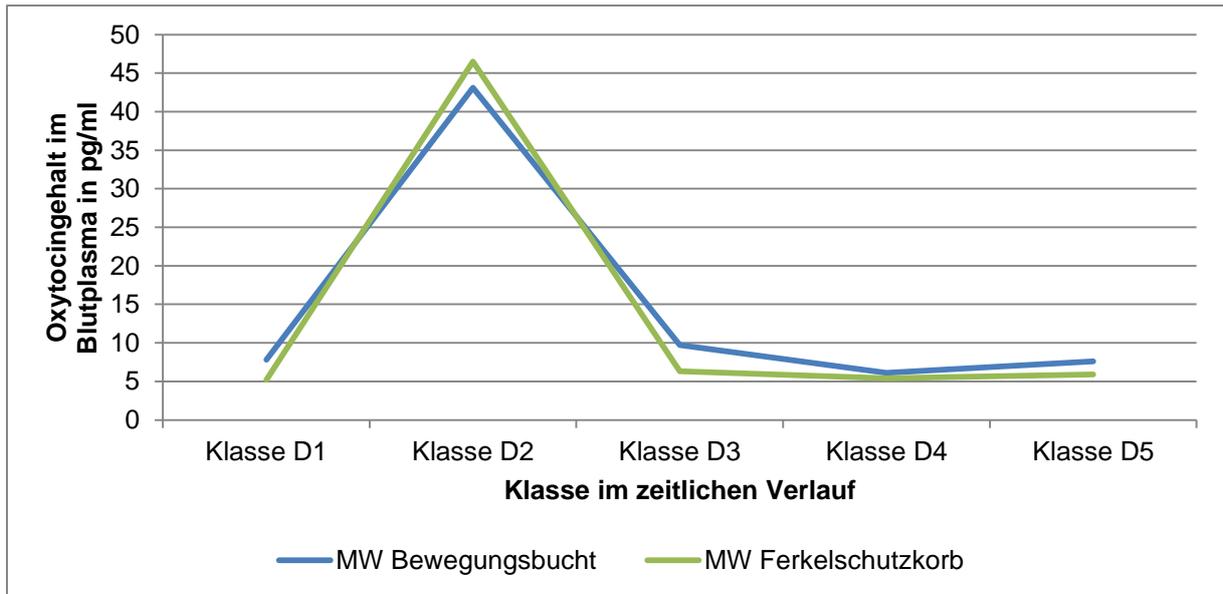


Abbildung 17: Verlauf des Oxytocingehalts im gesamten Untersuchungszeitraum

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Bei der Auswertung der Daten des innergeburtlichen Zeitraums über alle Sauen ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen der Klasse h1 und h3 bis h5 sowie zwischen der Klasse h2 und h4 bis h5. Eine Tendenz ergab sich zwischen den Klassen h1 und h6. Die Werte der Klasse h1 lagen im Mittel bei 23,2 pg/ml, mit einer Spanne von 6,9 bis 71,0 ng/ml. Im Verlauf stiegen die Werte auf ca. 60 pg/ml bis zur Klasse h5 an, um dann in der letzten Klasse h6 auf 47,4 pg/ml abzufallen. Alle Werte weisen einen sehr großen Schwankungsbereich auf (siehe Tabelle 33, unten).

Tabelle 33: Oxytocingehalt aller Sauen innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
h 1	20	23,2 ^{ac}	14,8	6,9	71,0	63,5
h 2	20	31,7 ^e	17,1	7,4	62,1	54,1
h 3	20	50,8 ^b	28,5	11,3	117,6	56,0
h 4	20	58,6 ^{bf}	29,5	23,3	134,2	50,4
h 5	15	61,2 ^{bf}	25,2	29,8	111,2	41,2
h 6	20	47,4 ^d	24,1	12,5	97,2	50,8
Gesamt	115	44,8	27,0	6,9	134,2	60,2

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,000

a:b; p<0,05 / c:d; p<0,1 / e:f; p<0,05

Die Auswertung nach der Haltungform Bewegungsbucht bestätigte einen signifikanten Unterschied zwischen den Klassen h1 und h4 bis h5. Hier lagen die Werte etwas niedriger als im Vergleich aller Würfe (siehe Tabelle 34, unten).

Tabelle 34: Oxytocingehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
h 1	10	19,6 ^a	8,8	11,6	42,8	44,7
h 2	10	31,6	19,1	12,7	62,1	60,5
h 3	10	44,8	25,0	18,7	83,3	55,8
h 4	10	55,4 ^b	27,5	25,0	114,2	49,6
h 5	8	60,7 ^b	25,9	29,8	98,4	42,7
h 6	10	50,1	24,4	19,3	96,3	48,6
Gesamt	58	43,1	25,7	11,6	114,2	59,7

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,002

a:b; $p < 0,05$

Die Auswertung der Verläufe nach der Haltungform Ferkelschutzkorb bestätigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Zeiträumen. Hier lagen die Werte etwas höher als im Vergleich aller Würfe (siehe Tabelle 35, unten).

Tabelle 35: Oxytocingehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW (pg/ml)	SD	Min	Max	VK
h 1	10	26,8	18,8	6,9	71,0	70,2
h 2	10	31,8	16,0	7,4	57,3	50,3
h 3	10	56,8	31,7	11,3	117,6	55,8
h 4	10	61,9	32,6	23,3	134,2	52,7
h 5	7	61,8	26,4	34,9	111,2	42,8
h 6	10	44,7	24,7	12,5	97,2	55,4
Gesamt	57	46,5	28,3	6,9	134,2	60,9

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,011

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Haltungformen festgestellt werden. Lediglich ein stetiger Anstieg in den Klassen von h1 bis h5 war bei allen Untersuchungen erkennbar. Die letzten Werte fielen dann schon wieder deutlich ab (siehe Abbildung 18, Seite 45).

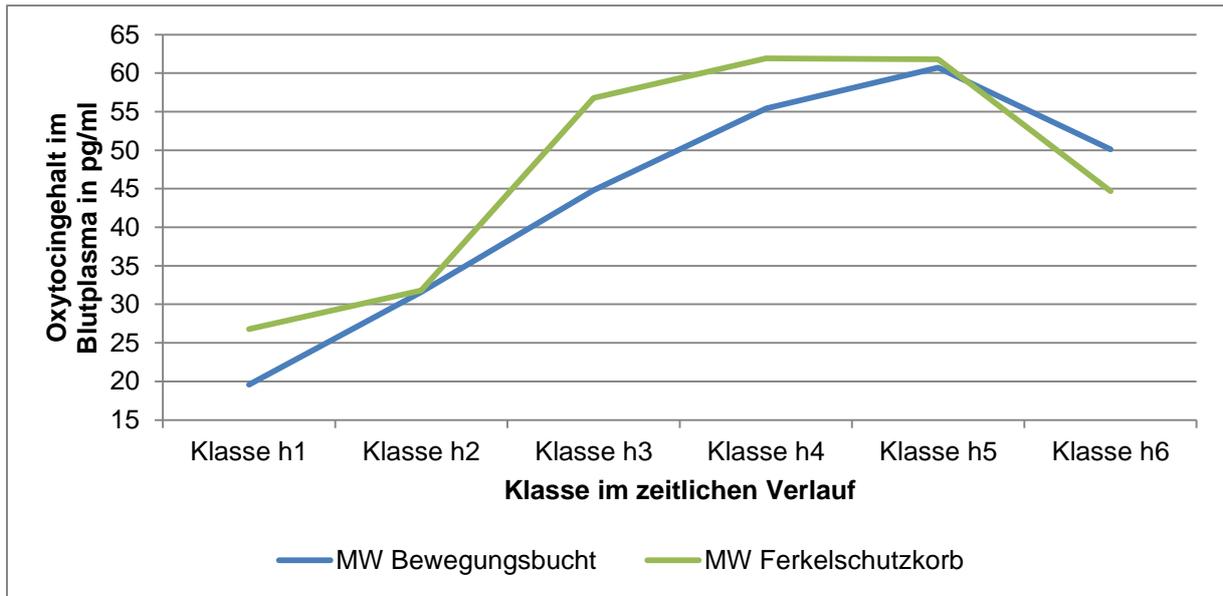


Abbildung 18: Verlauf des Oxytocingehalts innerhalb der Geburt

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der Oxytocinonzentrationen aus der Literatur und der eigenen Untersuchung:

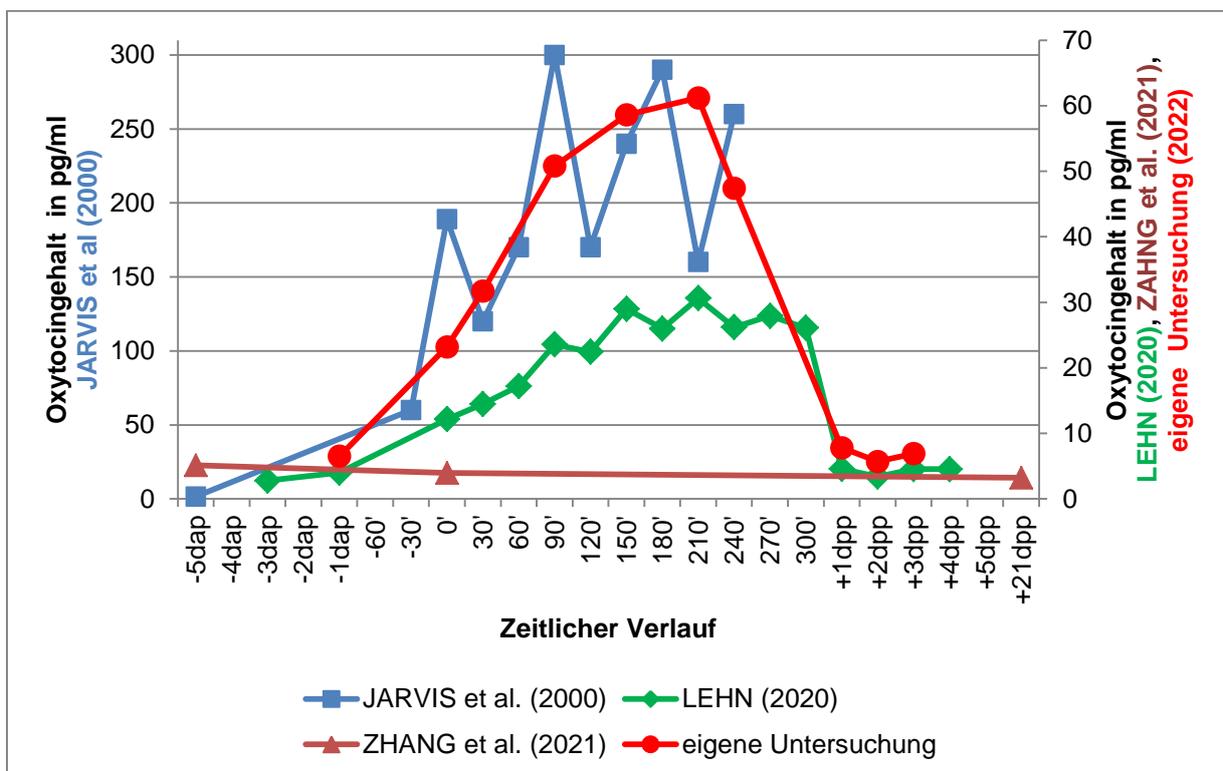


Abbildung 19: Übersicht der Oxytocinkonzentrationen bei den Versuchen von LEHN (2020), JARVIS et al. (2000), ZHANG et al. (2021) und der eigenen Untersuchung

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

5.6 Glukose

Die Mittelwerte der Glukosekonzentrationen bewegten sich im gesamten Untersuchungszeitraum mit 99 mg/dl im Normalbereich. Die Schwankungsbreite war mit 71 mg/ml bis 143 mg/ml recht hoch, wobei im Ferkelschutzkorb der Höchstwert noch 10 mg/ml höher ausfiel als in der Bewegungsbucht. Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den Haltungsformen ermittelt werden (siehe Tabelle 36, unten).

Tabelle 36: Glucosegehalt aller Sauen im gesamten Untersuchungszeitraum nach Haltungsform

Haltungsform	n	MW mg/dl	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	64	98,6	12,2	71,0	131,0	12,4
Ferkelschutzkorb	69	99,4	12,1	71,0	143,0	12,1
Ges:	133	99,0	12,1	71,0	143,0	12,2

Beginnend mit etwas niedrigeren Werten von 94,8 mg/dl in der Klasse D1 stiegen die Werte am Tag der Geburt auf 101,7 mg/dl. Nach der Geburt fielen die Werte auf ca. 97 mg/dl. Maximalwerte wurden am Tag der Geburt ermittelt, Minimalwerte an den beiden Tagen nach der Geburt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (siehe Tabelle 37, unten).

Tabelle 37: Glucosegehalt aller Sauen nach Tagen

Klasse	n	MW mg/dl	SD	Min	Max	VK
D1	19	94,8	13,7	78,0	126,0	14,5
D2	65	101,7	12,2	85,0	143,0	12,0
D3	18	96,9	9,4	71,0	113,0	9,7
D4	18	98,1	13,2	71,0	121,0	13,5
D5	13	96,2	8,9	86,0	114,0	9,2
Gesamt	133	99,0	12,1	71,0	143,0	12,2

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

In der Untersuchung nach Haltungsformen ergab sich für den Verlauf ein ähnliches Bild wie in der Gesamtgruppe. Die Werte am Tag der Geburt waren leicht erhöht, es konnten aber keine Tendenzen oder signifikante Unterschiede innerhalb und zwischen den Haltungsformen ermittelt werden (siehe Tabelle 38, Seite 47, und Tabelle 39, Seite 47, und Abbildung 20, Seite 47).

Tabelle 38: Glucosegehalt aller Sauen in Bewegungsbuchten nach Tagen

Klasse	n	MW mg/dl	SD	Min	Max	VK
D1	19	94,8	13,7	78,0	126,0	14,5
D2	65	101,7	12,2	85,0	143,0	12,0
D3	18	96,9	9,4	71,0	113,0	9,7
D4	18	98,1	13,2	71,0	121,0	13,5
D5	13	96,2	8,9	86,0	114,0	9,2
Gesamt	133	99,0	12,1	71,0	143,0	12,2

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Tabelle 39: Glucosegehalt aller Sauen im Ferkelschutzkorb nach Tagen

Klasse	n	MW mg/dl	SD	Min	Max	VK
D1	19	94,8	13,7	78,0	126,0	14,5
D2	65	101,7	12,2	85,0	143,0	12,0
D3	18	96,9	9,4	71,0	113,0	9,7
D4	18	98,1	13,2	71,0	121,0	13,5
D5	13	96,2	8,9	86,0	114,0	9,2
Gesamt	133	99,0	12,1	71,0	143,0	12,2

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

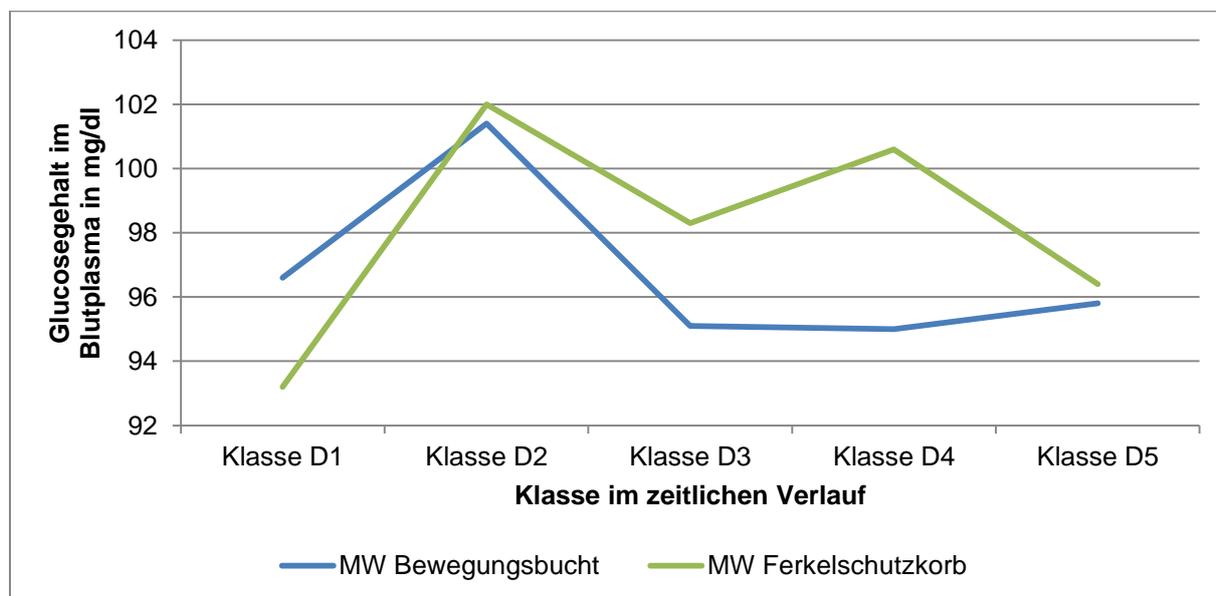


Abbildung 20: Verlauf des Glucosegehalts im gesamten Untersuchungszeitraum

D1=letzter Wert vor Geburtsbeginn; D2=Mittelwert aller Messungen innerhalb des Geburtsvorganges; D3=Wert am 1.Tag nach Geburt; D4=Wert am 2.Tag nach Geburt; D5=Wert am 3.Tag nach Geburt.

Die Konzentration von Glucose bei allen Sauen innerhalb der Geburt stieg von 96,8 mg/dl in h1 auf 107,3 mg/dl in h6. Hier konnte zwischen h1 und h6 eine Tendenz mit $p=0,056$ bestätigt werden. Auch bei den Min/Max Werten ist eine Verschiebung zu höheren Werten im Geburtsverlauf erkennbar (siehe Tabelle 40, unten).

Tabelle 40: Glucosegehalt aller Sauen innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW mg/dl	SD	Min	Max	VK
h1	20	96,8 ^a	7,1	85,0	112,0	7,4
h3	16	101,2	12,5	85,0	132,0	12,3
h5	9	101,0	13,9	87,0	131,0	13,8
h6	20	107,3 ^b	13,6	91,0	143,0	12,7
Gesamt	65	101,7	12,2	85,0	143,0	12,0

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,054

a,b; $p<0,1$

In den beiden Haltungformen waren die Verläufe innerhalb der Geburt ähnlich, allerdings stiegen die Werte in der Bewegungsbucht relativ konstant an. Bei den Werten im Ferkelschutzkorb war das nicht zu erkennen. Hier variierten die Werte stärker.

In der Bewegungsbucht war zwischen den Klassen ein Unterschied mit einer Tendenz von $p=0,084$ festzustellen, das war im Ferkelschutzkorb mit $p=0,41$ nicht so. Der Scheffé-Test ergab auch für den Zeitraum der Geburt keine signifikanten Unterschiede oder Tendenzen innerhalb oder zwischen den beiden Haltungformen (siehe Tabelle 41, unten und Tabelle 42, Seite 49 und Abbildung 21, Seite 49).

Tabelle 41: Glucosegehalt der Sauen in Bewegungsbuchten innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW mg/dl	SD	Min	Max	VK
h1	10	95,5	7,7	85,0	112,0	8,1
h3	8	98,1	9,1	86,0	113,0	9,3
h5	5	104,1	18,3	87,0	131,0	17,6
h6	10	108,6	12,7	92,0	129,0	11,7
Gesamt	33	101,4	12,4	85,0	131,0	12,2

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,084

Tabelle 42: Glucosegehalt der Sauen im Ferkelschutzkorb innerhalb der Geburt

Klasse	n	MW mg/dl	SD	Min	Max	VK
h1	10	98,1	6,6	90,0	109,0	6,8
h3	8	104,3	15,2	85,0	132,0	14,5
h5	4	97,1	6,1	92,0	106,0	6,3
h6	10	105,9	15,0	91,0	143,0	14,1
Gesamt	32	102,0	12,1	85,0	143,0	11,9

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,41

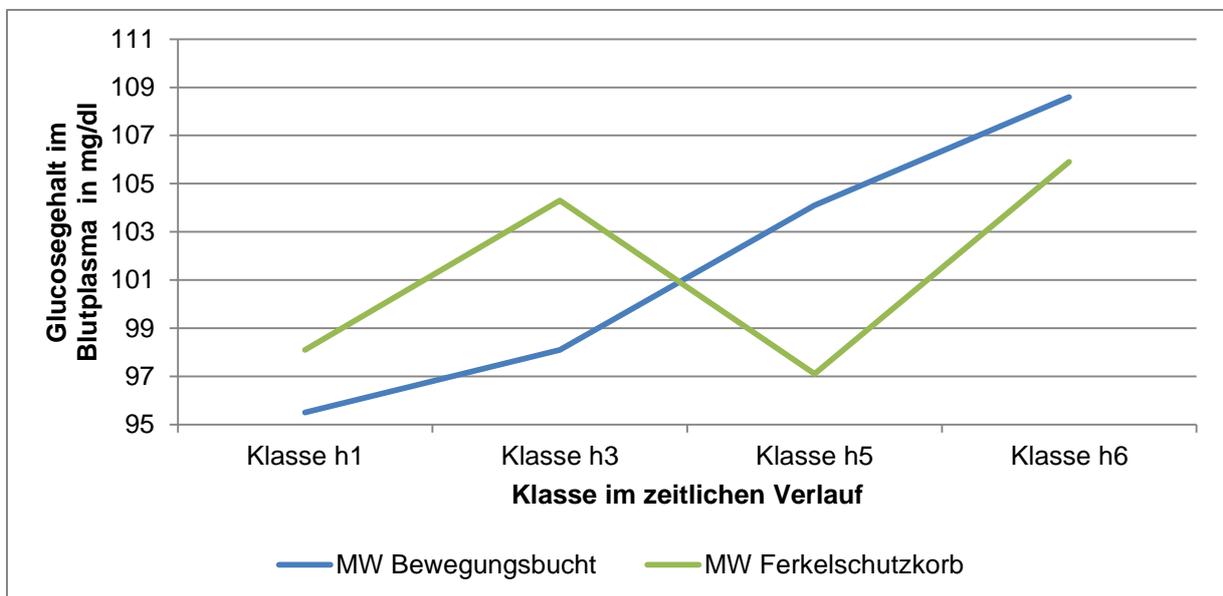


Abbildung 21: Verlauf des Glucosegehalts innerhalb der Geburt

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Nachfolgend eine Übersicht über die Verläufe der Glucosekonzentrationen aus der Literatur und der eigenen Untersuchung (siehe Abbildung 22, Seite 50):

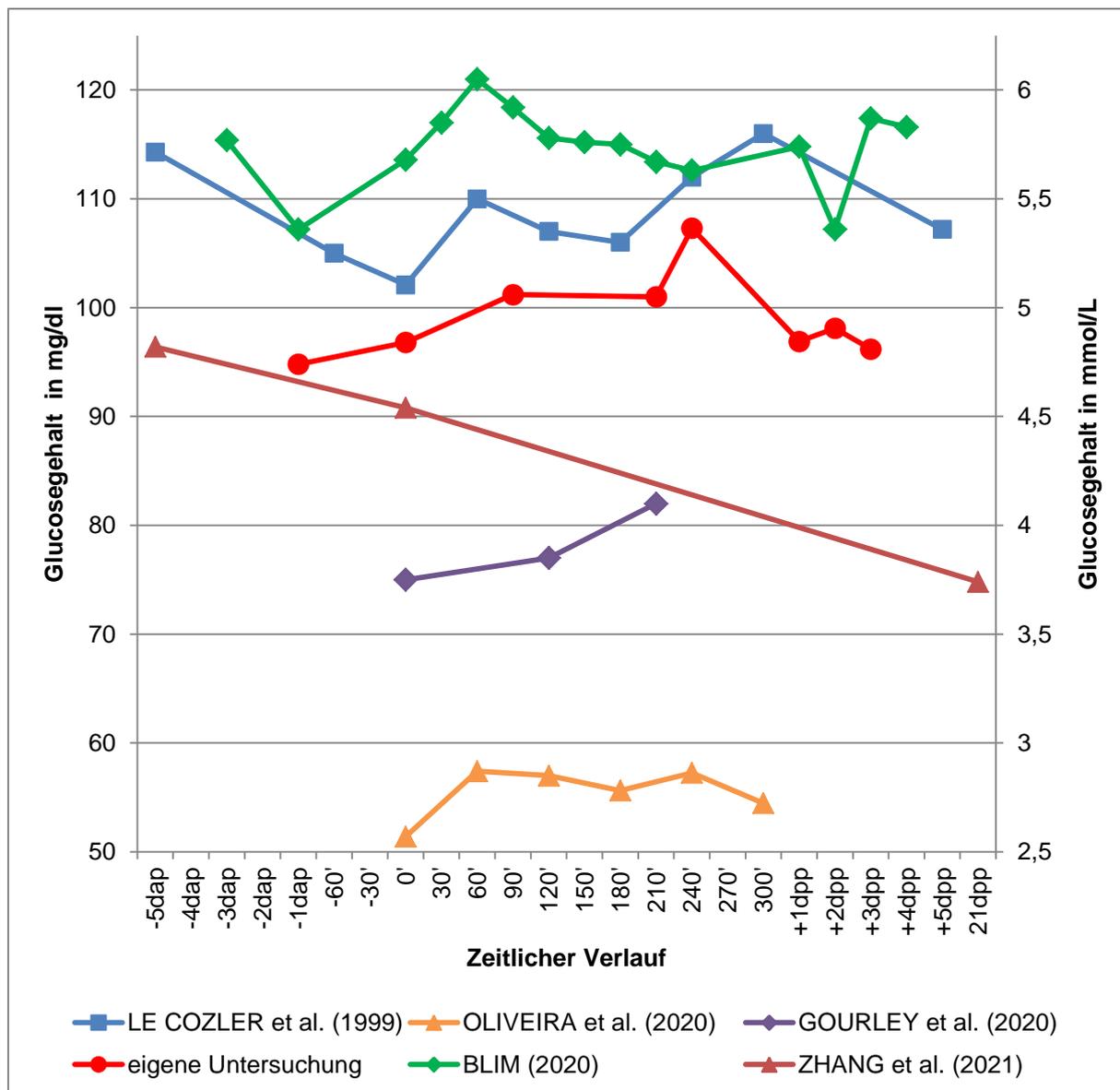


Abbildung 22: Übersicht der Glucosekonzentrationen bei den Versuchen von BLIM (2020), OLIVEIRA et al. (2020), GOURLEY et al. (2020), ZHANG et al. (2021) LE COZLER et al. (1999) und der eigenen Untersuchung

dap = Tag ante partum; ' = Minuten innerhalb des Geburtsvorganges; 0' = Geburtsbeginn; dpp = Tag nach Geburt; Die Tabelle dient nur zur Darstellung der jeweiligen Verläufe. Die Zeitangaben können aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nicht direkt verglichen werden. Auch die Mengenangaben sind nicht ohne weiteres direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Messverfahren.

5.7 Zwischenferkelintervall

Die Zwischenferkelintervalle betragen in diesem Versuch im Mittel 26,7 Minuten, bei einer Standardabweichung von 29,9 Minuten. Minimumwerte von 0 Minuten bis Maximumwerte von 180 Minuten zeigen die große Streubreite der Werte auf. In der Bewegungsbucht waren die Mittelwerte zwar etwas höher, aber es konnte kein signifikanter Unterschied oder eine Tendenz ermittelt werden (siehe Tabelle 43, unten).

Tabelle 43: Zwischenferkelintervall aller Sauen nach Haltungsform

Haltungsform	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	41	27,7	32,8	0,0	180,0	118,7
Ferkelschutzkorb	45	25,8	27,4	0,0	151,0	106,0
Gesamt	86	26,7	29,9	0,0	180,0	112,1

Die Untersuchung im Verlauf der Geburt zeigten einen Anstieg der Zwischenferkelintervalle von 5 min im Zeitraum h1 bis auf 44 min im Zeitraum h4. Danach sanken sie wieder auf 28 min in h5 und 24,7 min in h6. Auch die Maximalwerte zeigten einen ähnlichen Verlauf. Die Werte unterschieden sich mit einer Signifikanz 0,086, allerdings konnten im Scheffé-Test keine Tendenzen oder Signifikanzen zwischen den Klassen ermittelt werden (siehe Tabelle 44, unten).

Tabelle 44: Zwischenferkelintervall aller Sauen

Klasse	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
h 1	5	5,0	3,1	0,0	8,0	61,6
h 2	17	19,6	14,5	4,0	62,0	74,4
h 3	17	24,5	26,0	5,5	112,0	106,3
h 4	17	44,0	51,0	2,0	180,0	115,8
h 5	10	28,0	12,9	5,0	49,4	46,1
h 6	20	24,7	23,4	0,0	77,0	94,7
Gesamt	86	26,7	29,9	0,0	180,0	112,1

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,086

Zwischen den Haltungsformen ergaben sich nur leichte Unterschiede, lediglich bei h4 ergab sich ein etwas größerer Unterschied mit 39 min in der Bewegungsbucht und 49,7 min im Ferkelschutzkorb. Zwischen den Klassen im Ferkelschutzkorb konnte eine Tendenz mit $p=0,1$ ermittelt werden, das war in der Bewegungsbucht mit $p=0,754$ nicht gegeben. Im Scheffé-Test konnten jedoch keine statistischen Unterschiede zwischen den Klassen festgestellt werden (siehe Tabelle 45 und Tabelle 46, Seite 52, und Abbildung 23, Seite 53).

Tabelle 45: Zwischenferkelintervall der Sauen in Bewegungsbuchten

Klasse	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
h 1	2	6,5	2,1	5,0	8,0	32,6
h 2	8	16,9	5,5	5,0	22,3	32,6
h 3	7	28,6	38,4	5,5	112,0	134,2
h 4	9	39,0	55,3	5,9	180,0	142,0
h 5	5	27,3	8,8	19,5	40,5	32,4
h 6	10	29,8	26,3	0,0	77,0	88,4
Gesamt	41	27,7	32,8	0,0	180,0	118,7

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,754

Tabelle 46: Zwischenferkelintervall der Sauen im Ferkelschutzkorb

Klasse	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
h 1	3	4,0	3,6	0,0	7,0	90,1
h 2	9	21,9	19,6	4,0	62,0	89,5
h 3	10	21,6	14,1	6,6	48,5	65,2
h 4	8	49,7	48,7	2,0	151,0	97,9
h 5	5	28,8	17,2	5,0	49,4	59,7
h 6	10	19,6	20,1	2,0	63,0	102,4
Gesamt	45	25,8	27,4	0,0	151,0	106,0

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,100

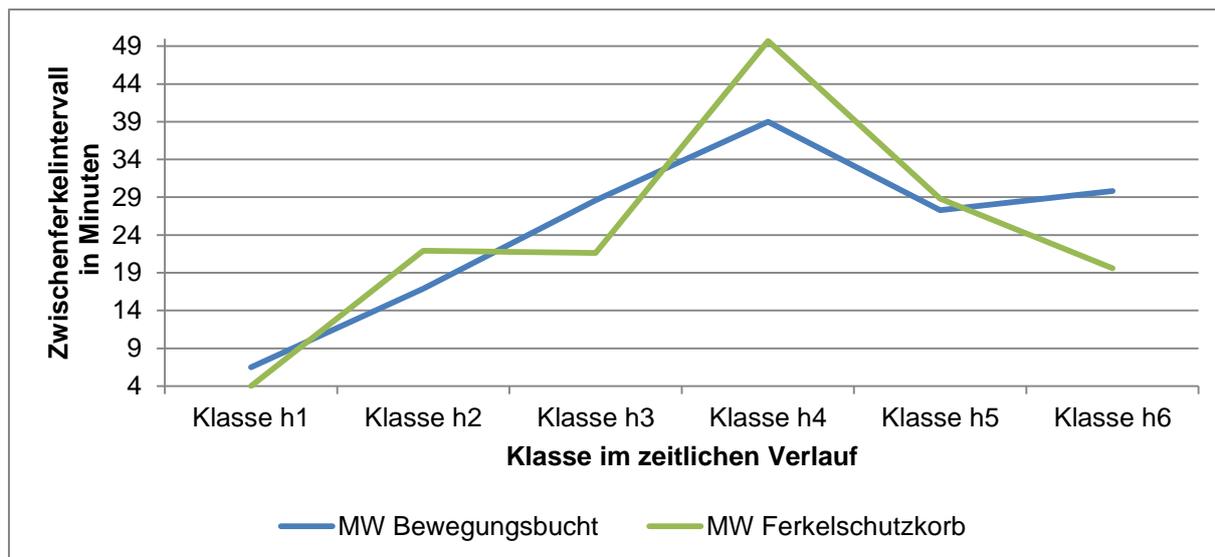


Abbildung 23: Verlauf des Zwischenferkelintervalls

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Eine Untersuchung, in der die Sauen, je nach Höhe der Hormonkonzentrationen zum Zeitpunkt h1, in 3 Klassen eingeteilt wurden, zeigte keinen statistisch relevanten Einfluss der Höhe der Hormonspiegel auf das Zwischenferkelintervall. Dies zeigte sich bei allen untersuchten Hormonen.

Bei Glucose jedoch konnte für das Zwischenferkelintervall eine Tendenz ermittelt werden. Hier waren die Mittelwerte der Glucose-Gruppe 2 mit $p=0,067$ tendenziell höher als die der Gruppe 1 und mit $p=0,069$ höher als die der Gruppe 3 (siehe Tabelle 47, unten, und Abbildung 24, Seite 54).

Tabelle 47: Vergleich Glucose in 3 Klassen zu Zwischenferkelintervall aller Sauen

	Klasse	n	MW	SD	Min	Max	VK
Glucose	1,00	16,0	89,4mg/dl	2,9	85,0	93,0	3,2
	2,00	20,0	96,3mg/dl	1,8	94,0	100,0	1,8
	3,00	29,0	112,1mg/dl	10,6	100,5	143,0	9,5
	Gesamt	65,0	101,7mg/dl	12,2	85,0	143,0	12,0
ZFI	1,00	11,0	17,7 ^b min	21,4	2,0	77,0	120,5
	2,00	11,0	39,7 ^a min	30,2	0,0	112,0	76,0
	3,00	25,0	21,2 ^b min	16,6	0,0	58,0	78,3
	Gesamt	47,0	24,7 min	22,6	0,0	112,0	91,6

Anova Sig.: 0,036 für ZFI

a:b; $p<0,1$

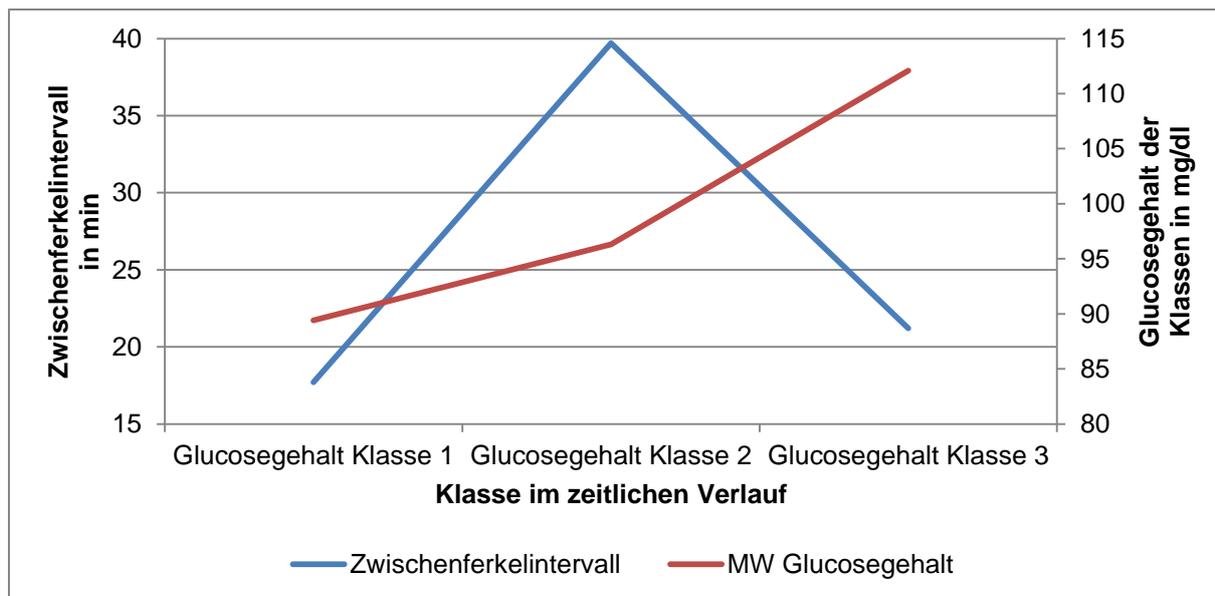


Abbildung 24: Verlauf des Zwischenferkelintervalls in Minuten in Bezug zum Glucosegehalt in 3 Klassen

Klasse 1 = $< \text{Mittelwert} - \frac{1}{2} \text{SD}$; Klasse 2 = $\text{Mittelwert} \pm \frac{1}{2} \text{SD}$; Klasse 3 = $> \text{Mittelwert} + \frac{1}{2} \text{SD}$; Klassenbildung erfolgte mit den Werten zum Zeitpunkt h1.

5.8 Erster Zitzenkontakt

Der erste Zitzenkontakt erfolgte im Mittel nach 21,2 Minuten, mit einer Standardabweichung von 15,5 Minuten. Der Minimalwert betrug 5 Minuten, der Maximalwert 107 Minuten. Im Ferkelschutzkorb dauerte der erste Zitzenkontakt im Mittel etwas länger (22,1 min zu 20,2 min), allerdings ergaben sich hier deutlich geringere Maximalwerte (107 min zu 53 min). Statistisch ergaben sich keine Unterschiede (siehe Tabelle 48, unten).

Tabelle 48: 1. Zitzenkontakt bei allen Sauen nach Haltungsform

Haltungsform	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	32	20,2	18,8	5,0	107,0	92,8
Ferkelschutzkorb	35	22,1	11,9	8,0	53,0	53,8
Gesamt	67	21,2	15,5	5,0	107,0	73,0

Im Verlauf der Geburt konnten zu Beginn und zum Ende der Geburt höhere Werte bis zum ersten Zitzenkontakt ermittelt werden, der Unterschied zwischen den Klassen war mit $p=0,007$ signifikant. Die Maximalwerte waren ähnlich hoch, jedoch in Klasse h2 deutlich höher. Unterschiede konnten zwischen den Klassen h2 und h3 ($p=0,038$) als Signifikant und zwischen h2 und h4 mit $p=0,079$ als Tendenz ermittelt werden (siehe Tabelle 49, unten).

Tabelle 49: 1. Zitzenkontakt aller Sauen

Klasse	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
h 1	4	25,0	10,4	9,5	31,5	41,5
h 2	17	32,7 ^{ac}	23,3	7,7	107,0	71,3
h 3	15	14,8 ^b	6,5	8,0	33,0	43,9
h 4	11	15,0 ^d	6,9	5,0	25,5	46,3
h 5	9	16,8	8,6	5,0	30,0	51,2
h 6	11	20,5	12,5	5,0	49,0	61,3
Gesamt	67	21,2	15,5	5,0	107,0	73,0

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,007

a,b; $p<0,05$

c,d; $p<0,1$

Die Verläufe waren bei beiden Haltungsformen in etwa vergleichbar mit den Verläufen aller Sauen. In beiden Fällen dauerte es zu Beginn der Geburt etwas länger bis zum ersten Zitzenkontakt mit einem Peak bei h2 mit ca. 30min, danach fielen die Werte auf ca. 15min in den Zeiträumen h3 und h4, um in den letzten beiden Zeiträumen wieder leicht anzusteigen. Erwähnenswert ist der Unterschied in h2 der Bewegungsbucht, er ist mit 107 min sehr lang. Auch wenn in derselben Klasse im Ferkelschutzkorb ebenfalls ein höherer Wert erzielt wird, ist er doch mit 53 min deutlich niedriger. Es konnten dennoch innerhalb und zwischen den Haltungsformen keine statistischen Unterschiede ermittelt werden (siehe Tabelle 50 und Tabelle 51, unten, und Abbildung 25, Seite 57). Lediglich in der Klasse h3 konnte mit $p=0,104$ ein tendenzähnlicher Unterschied zwischen der Bewegungsbucht mit 11 min und dem Ferkelschutzkorb mit 16,8 min bis zum ersten Zitzenkontakt ermittelt werden (siehe Tabelle 52, Seite 57).

Tabelle 50: 1. Zitzenkontakt der Sauen in Bewegungsbuchten

Klasse	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
h 1	1	29,0		29,0	29,0	0,0
h 2	8	34,8	32,0	7,7	107,0	91,9
h 3	5	11,0	3,0	8,0	15,4	27,7
h 4	7	13,6	7,1	5,0	25,5	52,6
h 5	5	17,3	10,8	5,0	30,0	62,4
h 6	6	17,3	8,5	5,0	26,0	49,2
Gesamt	32	20,2	18,8	5,0	107,0	92,8

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig: 0,0187

Tabelle 51: 1. Zitzenkontakt der Sauen im Ferkelschutzkorb

Klasse	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
h 1	3	23,7	12,3	9,5	31,5	51,9
h 2	9	30,9	13,6	13,7	53,0	44,0
h 3	10	16,8	7,0	9,7	33,0	41,9
h 4	4	17,5	6,7	8,0	24,0	38,6
h 5	4	16,2	6,4	11,0	25,0	39,5
h 6	5	24,2	16,5	9,0	49,0	68,0
Gesamt	35	22,1	11,9	8,0	53,0	53,8

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Anova Sig.: 0,108

Tabelle 52: 1. Zitzenkontakt zum Zeitraum h3 Sauen nach Haltungsform

Haltungsform	n	MW (Minuten)	SD	Min	Max	VK
Bewegungsbucht	5	11,0	3,0	8,0	15,4	27,7
Ferkelschutzkorb	10	16,8	7,0	9,7	33,0	41,9
Gesamt	15	14,8	6,5	8,0	33,0	43,9

h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130

Anova Sig.: 0,104

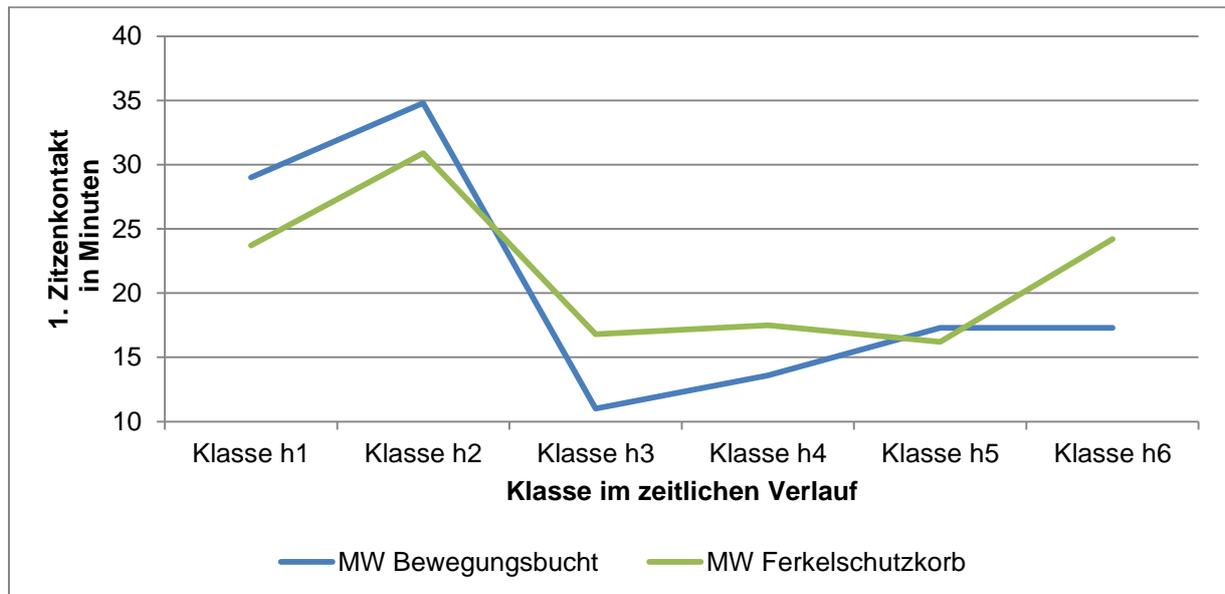


Abbildung 25: Verlauf des 1. Zitzenkontakts

h1= Wert innerhalb von 10 Min nach Geburt des 1.Ferkels; h2=Mittelwert von Minute 11 bis 70; h3=Mittelwert von Minute 71 bis 130; h4=Mittelwert von Minute 131 bis 190; h5=Mittelwert von Minute 191 bis vorletzter Wert; h6=letzter Wert (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels). Der Wert von h6 wurde nicht zur Ermittlung der Werte von h2 bis h5 verwendet.

Die Untersuchung nach Klassen der Hormonkonzentration ergab keine signifikanten Ergebnisse oder Tendenzen im Hinblick auf den ersten Zitzenkontakt.

Für Glucose konnte zwischen den Klassen des 1. ZK ein Unterschied mit lediglich $p=0,119$ ermittelt werden, selbst der Unterschied zwischen Gruppe 2 und 3 erreichte mit $p=0,122$ keine Tendenz (siehe Tabelle 53, unten und Abbildung 26, unten).

Tabelle 53: Vergleich Glucose in 3 Klassen zum 1. Zitzenkontakt bei allen Sauen

	Klasse	n	MW	SD	Min	Max	VK
Glucose	1,00	16,0	89,4 mg/dl	2,9	85,0	93,0	3,2
	2,00	20,0	96,3 mg/dl	1,8	94,0	100,0	1,8
	3,00	29,0	112,1 mg/dl	10,6	100,5	143,0	9,5
	Gesamt	65,0	101,7 mg/dl	12,2	85,0	143,0	12,0
1.ZK	1,00	9,0	17,5 min	9,1	5,0	30,0	51,8
	2,00	10,0	13,5 ^a min	6,9	8,0	31,5	51,2
	3,00	16,0	21,4 ^b min	10,4	5,0	49,0	48,8
	Gesamt	35,0	18,1 min	9,6	5,0	49,0	52,7

Anova Sig.: 0,119 für 1. ZK

a;b; $p=0,122$

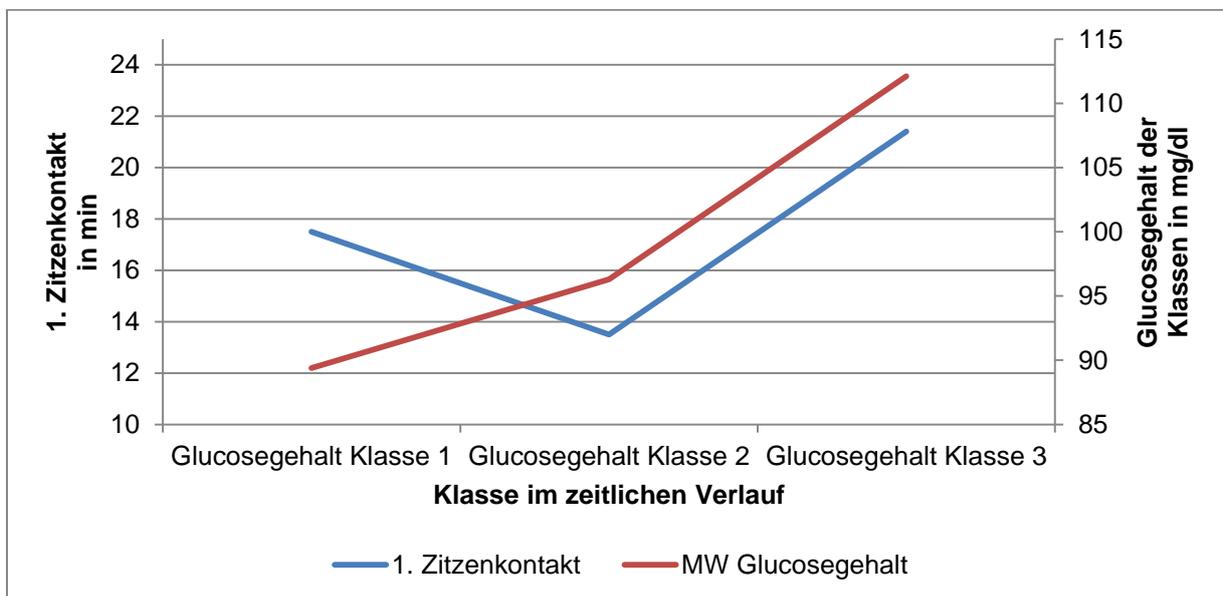


Abbildung 26: Verlauf der Zeit von Expulsion bis zum 1. Zitzenkontakt in Minuten in Bezug zum Glucosegehalt in 3 Klassen

Klasse 1 = \langle Mittelwert $- \frac{1}{2}$ SD; Klasse 2 = Mittelwert $\pm \frac{1}{2}$ SD; Klasse 3 = \rangle Mittelwert $+ \frac{1}{2}$ SD; Klassenbildung erfolgte mit den Werten zum Zeitpunkt h1.

6 Diskussion

6.1 Adrenalin: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungform

Die für Adrenalin ermittelten Mittelwerte über den gesamten Untersuchungszeitraum lagen zwischen 40,8 pg/ml bei den Sauen in der Haltungform Bewegungsbucht und 49,1 pg/ml im Ferkelschutzkorb. Im zeitlichen Verlauf ergaben sich relativ hohe Anfangswerte von 68,2 pg/ml vor der Geburt, die dann während der Geburt auf 48,4 pg/ml fielen, um in den Tagen nach der Geburt weiter auf ca. 25 pg/ml zu fallen. Diese Verläufe waren in der Haltungform Bewegungsbucht statistisch signifikant abgesichert, in der Haltungform Ferkelschutzkorb war keine statistische Signifikanz gegeben. Es konnte kein Unterschied zwischen den Haltungformen nachgewiesen werden.

Bei LEHN (2020) wurden am 112. Tag der Trächtigkeit Werte um 90 pg/ml ermittelt, die dann am 114. Tag auf 61 pg/ml sanken. Während der Geburt bildete sich ein stabiles Niveau von 25 bis 39 pg/ml, das nach Geburtsende auf 13 pg/ml absackte. Die Anfangswerte sind in beiden Versuchen ähnlich. Während und nach der Geburt sind die Werte bei LEHN (2020) etwas niedriger. Es konnte kein Einfluss der Haltungsbedingungen zur Geburt auf die Adrenalinwerte festgestellt werden.

Bei YONGDAE et al. (2020) lagen die Werte am Tag der Geburt bei ca. 48 pg/ml. Da hier der Blutserumgehalt untersucht wurde, ist eine direkte Vergleichbarkeit nicht gegeben. Hier konnte festgestellt werden, dass die Haltung der Sauen während der Tragzeit einen statistisch gesicherten Einfluss auf die Adrenalinwerte am Tag der Geburt hatte ($p=0,04$). Dabei waren die Werte von Sauen die in Gruppen gehalten wurden um ca. 3 pg/ml niedriger. Die Untersuchung von ZHANG et al. (2021) zeigt auf den ersten Blick ein anderes Ergebnis. Die Werte liegen 5 Tage vor der Geburt sehr niedrig (22,28 pg/ml), steigen dann am Tag der Geburt stark an auf 77,18 pg/ml und liegen am 21. Tag immer noch bei 72,86 pg/ml. Bei genauerer Betrachtung ist es aber durchaus möglich, dass die Unterschiede nicht so gravierend sind. Der Stress der beginnenden Geburt könnte dafür sorgen, dass am 3. oder 2. Tag vor der Geburt der Adrenalinspiegel deutlich ansteigt und ein Niveau erreicht, das dem anderer Versuche ähnelt. Die Werte könnten wie bei den anderen Untersuchungen zur Geburt hin wieder abfallen und weiter absinken, um dann während der Spätlaktation auf die höheren Werte anzusteigen. Das zu bewerten erfordert jedoch eine höhere Anzahl an Proben die zu vergleichbaren Zeitpunkten entnommen und untersucht werden.

Innerhalb des Geburtsvorganges lagen die Werte zu Anfang bei 50 bis 60 pg/ml, gegen Ende bei 40 bis 45 pg/ml. Die Untersuchung zu Unterschieden bezüglich der Haltungform erbrachte nur zum Zeitraum h5 eine Tendenz zu niedrigeren Werten bei der Haltung in Bewegungsbuchten (34,3 pg/ml zu 55 pg/ml bei $p=0,069$). In der Klasse h6 (60 Min. nach Geburt des letzten Ferkels) konnte dieser Unterschied nicht mehr nachgewiesen werden. Bei der Klasse h6 ist zu beachten das hier auch Werte einfließen von Sauen die eine sehr kurze Geburt hatten, d.h. die vom Zeitpunkt her eigentlich im Anschluss oder sogar gleich mit Werten der Klasse h2 zu betrachten sind. Eventuell ist das die Ursache für die abweichenden Ergebnisse der Klasse h6.

Bei LEHN (2020) waren die Werte innerhalb der Geburt relativ konstant, sie schwankten dabei zwischen 25 und 39 pg/ml. Die ermittelten Werte des eigenen Versuchs waren damit etwas höher, aber im Verlauf durchaus vergleichbar.

Es könnten auch rassespezifische Unterschiede in der Reaktion auf Stress eine Rolle spielen, wie z.B. in der Untersuchung von ROSHOCHACKI et al. (1999) ermittelt.

Siehe auch Abbildung 10, Seite 30, mit einem Überblick über Verläufe der Adrenalininkonzentrationen. Bitte dazu die Hinweise am Ende der Diskussion beachten.

6.2 Noradrenalin: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungform

Bei Noradrenalin lagen die Mittelwerte über den gesamten Untersuchungszeitraum bei 182,7 pg/ml. Dabei lagen die Werte vor der Geburt im Mittel bei 210,9 pg/ml, innerhalb des Geburtsvorganges bei 195,3 pg/ml, um in den darauf folgenden Tagen weiter auf ca. 140 pg/ml zu fallen. Die Werte von D4 (2. Tag nach Geburtsende) waren dabei signifikant niedriger als die Werte vor und während der Geburt ($p=0,001$). Ein Haltungseinfluss auf die Noradrenalininkonzentration konnte hier nicht bestätigt werden.

Bei LEHN (2020) waren die Werte im Großen und Ganzen vergleichbar, auch hier zeigten sich relativ hohe Schwankungsbreiten gerade vor und zu Beginn der Geburt (von ca. 100 pg/ml – 550 pg/ml).

Am Tag der Geburt ermittelte YONGDAE et al. (2020) Werte von 85,33 pg/ml im Blutserum bei Sauen die während der Tragzeit in Gruppen gehalten wurden. Bei Sauen die während der Tragzeit in Kastenständen gehalten wurden, konnte am Tag der Geburt ein Wert von 91,09 pg/ml mit $p=0,01$ festgestellt werden. Das zeigt, dass auch die Haltung während der Tragzeit einen Einfluss auf die zur Geburt ermittelten Werte haben kann.

Bei ZHANG et al. (2021) liegt die Noradrenalininkonzentration zur Geburt in einem ähnlichen Bereich wie die Untersuchungen von LEHN (2020) und der eigenen Untersuchung. Die Werte des 5 Tages vor Geburt und des Tages 21 nach Geburt weichen zwar von den anderen Untersuchungen ab, aber wie bei Adrenalin fehlen auch hier weitere vergleichbare Werte bzw. Zeitpunkte, so dass ein vergleichbarer Verlauf durchaus möglich erscheint.

Innerhalb der Geburt lagen die Mittelwerte aller Sauen mit ca. 230 pg/ml in den Klassen h1 und h2 signifikant höher als in der Klasse h6 mit 152,3 pg/ml ($p=0,001$). Diese Werte sind fast deckungsgleich mit den Werten aus der Untersuchung von LEHN (2020). Bei der Gegenüberstellung der Haltungformen konnte in der eigenen Untersuchung kein signifikanter Unterschied zwischen den Haltungformen ermittelt werden. Jedoch war zu beobachten, dass sich die Werte innerhalb der Haltungform Bewegungsbucht signifikant unterschieden, dieses aber bei der Haltungform Ferkelschutzkorb nicht statistisch abzusichern war.

Bei LEHN (2020) konnten für die ersten 90 Minuten der Geburt signifikant höhere Noradrenalininkonzentrationen in der Haltungform Ferkelschutzkorb nachgewiesen werden ($p<0,0078$).

Auch hier könnten rassespezifische Unterschiede im Vergleich verschiedener Untersuchungen zum Tragen kommen (ROSHOCHACKI et al., 1999).

Siehe auch Abbildung 13, Seite 35, mit einem Überblick über Verläufe der Noradrenalininkonzentrationen. Bitte dazu die Hinweise am Ende der Diskussion beachten.

6.3 Cortisol: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungform

Für Cortisol konnten im gesamten Untersuchungszeitraum Mittelwerte von 50 bis 60 ng/ml festgestellt werden. Dabei fiel bei den Min/Max Werten die hohe Schwankungsbreite von 0 bis 212 ng/ml auf. Im Verlauf wurde vor der Geburt ein Mittelwert von 47,1 ng/ml ermittelt der während der Geburt auf 68,1 ng/ml anstieg. Am Tag nach der Geburt sank der Wert auf

36,5 ng/ml und in den darauf folgenden Tagen auf ca. 21 ng/ml. Zwischen den Werten während der Geburt (D2) und den Werten der letzten beiden Tage (D4 und D5) konnte ein statistisch gesicherter Unterschied ermittelt werden ($p < 0,05$). Ein ähnliches Bild zeigte die Untersuchung nach Haltungform, wobei nur in der Haltungform Ferkelschutzkorb eine statistische Tendenz zwischen den Werten am Tag der Geburt (D2) und den beiden darauf folgenden Tagen (D3 und D4) ermittelt werden konnte. Ein Unterschied zwischen den Haltungformen konnte nicht bestätigt werden.

LE COZLER et al. (1999) konnten 5 Tage vor der Geburt Werte von 30,7 ng/ml ermitteln, die dann während der Geburt auf 131,2 ng/ml anstiegen. 5 Tage nach der Geburt wurden Werte von 42,2 ng/ml gemessen. Die Werte vor der Geburt waren hier niedriger als im eigenen Versuch, die Werte während und nach der Geburt deutlich höher.

Bei ZHANG et al. (2021) zeigte sich, dass die Cortisolkonzentrationen an den 3 gewählten Zeitpunkten durchaus mit anderen Untersuchungen vergleichbar sind.

Die Untersuchungen von LEHN (2020) ergab Werte vor der Geburt von ca. 40 ng/ml im Blutserum. Sie erreichten dann während der Geburt ein Plateau von 82 ng/ml, um nach der Geburt auf 23 ng/ml abzufallen. Der Verlauf der Konzentrationen ist vergleichbar mit den eigenen Ergebnissen.

Bei OLIVIERO et al. (2008) wurden niedrigere Werte ermittelt, dort lagen sie vor der Geburt bei 7-12 ng/ml, am Tag der Geburt bei 25 ng/ml, um nach der Geburt auf 12-20 ng/ml zu fallen. Allerdings wurden hier Speichelproben untersucht und die Probennahmen fanden 4x täglich zu festen Uhrzeiten statt. Für einen Zeitraum von Tag 5 vor der Geburt bis zum Tag 1 nach der Geburt konnten hier keine Unterschiede zwischen der Haltungform Bewegungsbucht und Ferkelschutzkorb festgestellt werden. In der Periode von Tag 2 bis Tag 5 nach der Geburt konnte ein Unterschied zwischen den Haltungformen statistisch abgesichert werden, hier lag die Cortisolkonzentration bei $19,9 \pm 13,8$ ng/ml in der Haltungform Ferkelschutzkorb und in der Haltung in Bewegungsbuchten konnten Werte von $13,2 \pm 9,5$ ng/ml ermittelt werden die statistisch mit $p = 0,03$ abgesichert waren.

Demgegenüber konnten VUČEMILO et al. (2011) vor der Geburt einen höheren Cortisolgehalt bei den Sauen in Bewegungsbuchten nachweisen ($p < 0,05$) der aber später nicht mehr nachweisbar war. Dabei wurden die Blutserumkonzentrationen gemessen.

Im eigenen Versuch lagen die Werte innerhalb der Geburt zu Beginn bei 54,3 ng/ml, um bis zur Klasse h5 auf 81,8 ng/ml anzusteigen. In der Klasse h6 kam es dann zu einem deutlichen Abfall auf 61,6 ng/ml. Signifikante Unterschiede konnten jedoch statistisch nicht abgesichert werden. Auch zwischen den Haltungformen konnte kein statistisch nachweisbarer Unterschied ermittelt werden.

Bei LEHN (2020) stiegen die Werte im Verlauf der Geburt ebenfalls kontinuierlich an. Sie starteten bei ca. 40 ng/ml, stiegen bis zur 180. Minute auf 82 ng/ml an. Dieses Niveau wurde bis zur 300. Minute gehalten, um dann am 1. Tag nach der Geburt auf 23 ng/ml abzufallen. Es konnten keine Unterschiede zwischen den Haltungformen festgestellt werden.

Für Cortisol konnten bei ROSHOCHACKI et al. (1999) auch keine rassespezifischen Unterschiede ermittelt werden.

Interessant in diesem Zusammenhang sind sicher auch die Untersuchungen von EVANS et al. (1988) und BACCI et al. (2014).

EVANS et al. (1988) konnte einen täglichen Rhythmus der Cortisolkonzentration nachweisen. Dabei lagen die Werte morgens bei ca. 40 ng/ml und nachmittags bei ca. 30 ng/ml. Dazwischen und abends sanken die Werte auf ca. 20 ng/ml ab.

BACCI et al. (2014) konnten eine jährliche Schwankung des Cortisolspiegels nachweisen, ausserdem konnte eine Schwankung innerhalb des Produktionszyklusses nachgewiesen

werden. Die jährlichen und täglichen Schwankungen des Cortisolspiegels könnten auch Einfluss auf die in dem eigenen Versuch ermittelten Werte gehabt haben.

Siehe auch Abbildung 16, Seite 40, mit einem Überblick über Verläufe der Cortisolkonzentrationen. Bitte dazu die Hinweise am Ende der Diskussion beachten.

6.4 Oxytocin: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungform

Über den gesamten Untersuchungszeitraum wurde bei Oxytocin ein Mittelwert von 30,3 pg/ml ermittelt. Im Verlauf wurden Werte von 6,5 pg/ml vor dem Geburtsbeginn ermittelt, die sich während der Geburt auf 44,8 pg/ml erhöhten, um an den darauf folgenden Tagen wieder auf Werte um 7 pg/ml abzufallen. Hier konnte eine statistische Signifikanz zwischen dem Mittelwert während der Geburt und den Werten der anderen Tage ermittelt werden ($p < 0,05$). Einen statistisch abgesicherten Unterschied zwischen den Haltungformen konnte nicht ermittelt werden, lediglich für die Klasse D3 (Tag nach der Geburt) konnte eine Tendenz zu niedrigeren Werten im Ferkelschutzkorb nachgewiesen werden.

Bei OLIVIERO et al. (2008) konnte ebenfalls eine Tendenz zu niedrigeren Oxytocinwerten in der Haltungform Ferkelschutzkorb nachgewiesen werden.

Bei JARVIS et al. (2000) lagen die Werte vor der Geburt bei ca. 3 pg/ml, innerhalb von 10 Minuten kam es bei der Geburt des ersten Ferkels zu einem starken Anstieg auf ca. 190 pg/ml. Danach konnte ein stetiger Anstieg der Werte beobachtet werden mit Spitzenwerten von über 300 pg/ml. Diese Werte sind deutlich höher als die im eigenen Versuch ermittelten Werte. Bemerkenswert der sehr ähnliche Verlauf der Vergleichskurven bei sehr unterschiedlichen Oxytocinkonzentrationen zwischen den eigenen Untersuchungen und der von JARVIS et al. (2000). Ein Unterschied zwischen den Haltungformen konnte hier nicht festgestellt werden.

LEHN (2020) konnte ermitteln das sich die Werte vor der Geburt von 2,73 pg/ml bzw. 3,99 pg/ml auf 12,15 pg/ml zur Geburt des ersten Ferkels erhöhten. Während der Geburt stiegen diese Werte an und bildeten dann ein Plateau mit einem Mittelwert von ca. 30 pg/ml. Diese Werte ähneln im Verlauf den Werten, die im vorliegenden Versuch ermittelt wurden. Sie sind aber niedriger, und deutlich niedriger als die im Versuch von JARVIS et al. (2000) ermittelten Werte, mit Ausnahme der vorgeburtlichen Werte. Die Verläufe der Oxytocinkonzentration in diesen beiden Versuchen ähneln sich ebenfalls sehr stark wenn man die Gehalte von LEHN (2020) mit einem Faktor 10 betrachtet (siehe Abbildung 4, Seite 9). Auch konnten keine Unterschiede zwischen den Haltungformen ermittelt werden.

Bei ZHANG et al. (2021) scheinen die Oxytocinkonzentrationen von anderen Untersuchungen abzuweichen. Sie starteten 5 Tage vor der Geburt mit 5,1 pg/ml ungewöhnlich hoch, sanken dann am Tag der Geburt auf 3,95 pg/ml, um am 21. Tag nach der Geburt noch bei 3,21 pg/ml zu liegen. Diese 3 Werte weichen doch etwas von den anderen Untersuchungen ab und müssten weiter untersucht werden.

Innerhalb der Geburt konnte im eigenen Versuch ein statistisch signifikanter Anstieg der Oxytocinkonzentration nachgewiesen werden. Nach vergleichsweise niedrigen Anfangswerten von 23,2 pg/ml in der Klasse h1 stiegen die Werte kontinuierlich bis auf 64,2 pg/ml in Klasse h5 an. In der Klasse h6, gemessen 1 Stunde nach der Expulsion des letzten Ferkels, war dann ein Abfall auf 47,4 ng/ml erkennbar. Dieser Wert war allerdings statistisch nicht signifikant unterschiedlich zu den Vorgängerwerten sondern nur zu dem Wert zu Beginn der Geburt (h1).

Der Anstieg der Oxytocinkonzentration innerhalb der Geburt konnte auch bei den

Untersuchungen von LEHN (2020) und JARVIS et al. (2000) ermittelt werden, jedoch waren die Spitzen mit ca. 80 pg/ml und über 300 pg/ml zum Teil sehr unterschiedlich. Siehe auch Abbildung 19, Seite 45, mit einem Überblick über Verläufe der Oxytocinkonzentrationen. Bitte dazu die Hinweise am Ende der Diskussion beachten.

Der Vergleich zwischen den Haltungsformen während der Geburt zeigte ein ähnliches Bild wie bei der Untersuchung über den gesamten Zeitraum, jedoch konnten nur für die Haltungsform Bewegungsbucht der Unterschied zwischen den Klassen h1 und h4/h5 statistisch abgesichert werden ($p < 0,05$). Für die Haltungsform Ferkelschutzkorb konnten keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den Klassen ermittelt werden. Rein optisch war der kontinuierliche Anstieg bis zur Klasse h5 und der Abfall in Klasse h6 aber erkennbar.

6.5 Glucose: Mittelwerte, Verläufe im Untersuchungszeitraum und innerhalb der Geburt sowie Auswirkungen der Haltungsform

Der Glucosemittelwert im gesamten Untersuchungszeitraum betrug 99 mg/dl bei einer recht hohen Schwankungsbreite von 71 – 143 mg/dl. Vor der Geburt wurde mit 94,8 mg/dl ein recht niedriger Wert ermittelt, der am Tag der Geburt auf 101,7 mg/dl anstieg. In den Tagen nach der Geburt bewegten sich die Werte um 97 mg/dl. Signifikante Unterschiede oder Tendenzen waren nicht zu ermitteln, das gilt auch für die Untersuchungen im Hinblick auf die Haltungsform.

Bei LE COZLER et al. (1999) waren die Glucosewerte 5 Tage vor der Geburt mit 114,3 mg/dl recht hoch und fielen dann bis zur Geburt auf 102,1 mg/dl ab. 5 Tage nach der Geburt lag der Wert dann bei 107,2 mg/dl. Dieser vorgeburtliche Abfall der Glucosekonzentration konnte auch bei BLIM (2020) und bei ZHANG et al. (2021) beobachtet werden. Es besteht durchaus die Möglichkeit das auch in der eigenen Untersuchung die Werte in den Tagen 3 oder 5 vor der Geburt höher waren, diese aber nicht in die Auswertung mit eingeflossen sind.

Ein Unterschied zwischen den Haltungsformen konnte bei BLIM (2020) ebenfalls nicht statistisch abgesichert werden, allerdings fiel auf das es in den Haltungsformen Ferkelschutzkorb und Gruppenhaltung ebenfalls zu einem deutlichen Abfall der Glucosekonzentration vom 112. auf den 114. Tag kam, aber in der Bewegungsbucht nur ein leichter Abfall zu erkennen war.

Innerhalb der Geburt lagen die Werte zu Beginn bei 96,8 mg/dl, erhöhten sich im Verlauf der Geburt auf ca. 101 mg/dl und lagen gegen Ende der Geburt bei 107,3 mg/dl bei einer Schwankungsbreite von 85 – 143 mg/dl. Tendenziell gab es einen Anstieg der Glucosekonzentration zwischen dem ersten und dem letzten gemessenen Wert mit $p = 0,056$. Statistisch abgesicherte Unterschiede zwischen den Haltungsformen konnten nicht ermittelt werden, rein optisch schwankten die Werte im Ferkelschutzkorb etwas mehr als in der Bewegungsbucht und erreichten höhere Maximalwerte.

Die Untersuchungen von LE COZLER et al. (1999) und GOURLEY et al. (2020) bestätigen im Großen und Ganzen den Anstieg der Glucosekonzentration im Verlauf der Geburt. Bei BLIM (2020) und OLIVEIRA et al. (2020) kam es ebenfalls zu einem Anstieg innerhalb der Geburt, jedoch bildeten sich die Spitzenwerte schon im Verlauf der ersten Stunde, fielen dann leicht und stetig ab. Bemerkenswert sind die niedrigen Werte der Glucosekonzentrationen in den Untersuchungen von OLIVEIRA et al. (2020), Werte zwischen 50 mg/dl und 60 mg/dl im gesamten Geburtszeitraum erscheinen sehr niedrig. Ein

Grund könnte die Messmethode sein, es wurde ein Accu-Check Active verwendet das kalibriert wurde um Werte zu ermitteln die dem einer Analyse von Blutplasma entsprechen. Aber auch bei GOURLEY et al. (2020) und ZHANG et al. (2021) sind die Werte recht niedrig im Vergleich zu anderen Auswertungen.

Das Fütterungsmanagement vor der Geburt scheint ebenfalls einen Einfluss auf die Glucosekonzentrationen zu haben. Bei GOURLEY et al. (2020) hatten die Sauen mit ad libitum Fütterung einen um 2,9 mg/dl höheren Glucosegehalt als Sauen die 4x täglich eine geringere Fütterungsmenge zugeteilt bekommen hatten. Das bestätigte auch die Untersuchung von OLIVEIRA et al. (2020), hier wurde mit der zusätzlichen Gabe von Rohrzucker vor der Geburt ein Glucosegehalt von 62,38 mg/dl erreicht, in der nicht gefütterten Kontrollgruppe wurde nur ein Wert von 49,04 mg/dl erreicht ($p < 0,05$). Erwähnenswert die positiven Auswirkungen des höheren Glucosewertes auf den ZFI, den 1. ZK und der Totgeburtenrate. Das bestätigte auch die Untersuchung von NIELSEN et al. (2021). Die intravenöse tägliche Zufuhr von Glucose reduzierte die Totgeburtenrate von 16,1 % auf 7,4 % ($p = 0,03$) und die Häufigkeit der Geburtshilfen von 21 % auf 9 % bei $p = 0,01$. Hier deutete das gleichzeitige Absinken der Glucosekonzentration zu Beginn der Geburt darauf hin, dass die zusätzliche Glucose vom Organismus komplett für die Vorbereitung der Geburt verbraucht wurde und möglicherweise die Sauen bei normaler bzw reduzierter Fütterung zu Beginn der Geburt einen Glucosemangel erfahren. Der Sinn einer Reduzierung der Futtermenge vor der Geburt, wie sie in manchen Ländern üblich ist, wurde in Frage gestellt mit dem Hinweis auf die vielen Vorteile einer ausreichenden Glucoseversorgung auf die Vitalität der Ferkel.

Unterschiede zwischen den Haltungsformen innerhalb der Geburt und der Glucosekonzentration konnten bei BLIM (2020) ebenfalls nicht statistisch abgesichert werden.

Siehe auch Abbildung 22, Seite 50, mit einem Überblick über Verläufe der Glucosekonzentrationen. Bitte dazu die Hinweise am Ende der Diskussion beachten.

6.6 Zwischenferkelintervall

Der Zwischenferkelintervall (ZFI) lag im Mittel der untersuchten Würfe bei 26,7 min, wobei im Ferkelschutzkorb mit 25,8 min der Wert etwas geringer war als in der Bewegungsbucht mit 27,7 min. Hier gab es keinen erkennbaren statistischen Unterschied.

Es konnte ein Anstieg des ZFI von 5 min zu Beginn der Geburt (h_1) auf 44 min zum Zeitraum h_4 ermittelt werden der dann zum Ende der Geburt auf 28,0 min bzw. 24,7 min zurückfiel. Die getrennte Untersuchung nach Haltungsform erbrachte ähnliche Verläufe, in der Bewegungsbucht waren die Werte im Zeitraum h_4 nicht so hoch wie im Ferkelschutzkorb. Es gab allerdings auch hier keine statistisch abgesicherten Unterschiede. Die Untersuchung des ZFI mit Hilfe einer 3-Klassen-Bildung der Hormone erbrachte keine Ergebnisse, lediglich bei Glucose konnte eine Tendenz zu längeren ZFI bei mittleren Gehalten ermittelt werden ($p < 0,1$), die höheren und niedrigeren Gehaltsgruppen erbrachten ähnlich niedrige ZFI.

Der ZFI bei anderen Untersuchungen betrug 11 min bei REVERMANN et al. (2018); 13,6 min bis 14,3 min bei GOURLEY et al. (2020); 13,6 min bis 22,22 min bei JARVIS et al. (1998) und 5,75 min bis 8,6 min bei FEYERA et al. (2021). Damit ist der ZFI der eigenen Untersuchung relativ lang und entspricht den Ergebnissen der Untersuchung von VAN DIJK

et al. (2005) insofern, dass die ZFI bei Landrasse-Sauen sehr hoch sind.

Im Gegensatz zu den eigenen Untersuchungen konnte VAN DIJK et al. (2005) aber feststellen das zu Beginn der Geburt der ZFI am höchsten ist (15 min bis 30 min je nach Rasse), in der Mitte der Geburt die Werte am niedrigsten sind (ca. 6 min bis 12 min) um gegen Ende der Geburt wieder anzusteigen (ca. 12 min bis 25 min). Diese deutlich unterschiedlichen Ergebnisse müssten daher eingehender untersucht werden, das war im Rahmen dieser Arbeit aber nicht möglich. Es könnte sein das die geringe Anzahl der zur Verfügung stehenden Datensätze eine Rolle spielt oder die unterschiedlichen Auswertungsverfahren. Bei VAN DIJK et al. (2005) wurde der ZFI im Verlauf der Geburt betrachtet, in der vorliegenden Untersuchung wurde der ZFI im zeitlichen Verlauf (nach Stunden) betrachtet und teilweise Mittelwerte gebildet.

Interessant waren auch Untersuchungen zum Fütterungsmanagement und Glukosegehalten und deren Einfluss auf die ZFI. Sowohl OLIVEIRA et al. (2020) als auch NIELSEN et al. (2021) konnten eine Verringerung des ZFI unter einer Gabe zusätzlicher Energie zur Geburt ermitteln, allerdings nicht statistisch nachweisbar. FREYERA et al. (2021) konnten aber mit einer statistischen Sicherheit von $p=0,004$ die kürzesten ZFI bei mittlerer Fütterungsintensität feststellen. Höhere und niedrigere Futtermengen führten zu verlängerten ZFI. Auch konnte ermittelt werden das Altsauen mit 6,1 min kürzere ZFI haben als Jungsaunen mit 8,3 min bei $p=0,009$.

Ein von der eigenen Untersuchung abweichendes Ergebnis konnte bei OLIVIERO et al. (2008) festgestellt werden. Hier waren deutliche Unterschiede des ZFI in Abhängigkeit von der Höhe der Oxytocinkonzentration ermittelt worden ($p<0,001$). Dabei wurden die Proben direkt nach der Expulsion der Ferkel entnommen. Auch konnte ein Unterschied bei den Haltungsformen ermittelt werden, die Gruppe in der Bewegungsbucht erreichte mit 16 min deutlich geringere Werte als die Gruppe im Ferkelschutzkorb mit 25 min bei $p=0,05$.

Die Untersuchungen von BLIM (2020) und JARVIS et al. (2000) konnten wiederum keine Auswirkung der Haltungsform auf den ZFI ermitteln.

6.7 Erster Zitzenkontakt

Es dauerte im Schnitt 21,2 min bis die Ferkel den ersten Zitzenkontakt (1. ZK) herstellen konnten. Dabei schwankten die Werte zwischen 5 min und 107 min, wobei der Maximalwert in der Bewegungsbucht mit 107 min doppelt so hoch war wie im Ferkelschutzkorb. Statistisch abzusichern waren aber keine Unterschiede. Im Verlauf der Geburt konnten aber Unterschiede in den gewählten Zeiträumen festgestellt werden. Benötigten die zu Beginn der Geburt geborenen Ferkel noch 25 min (h1) bzw. 32,7 min (h2) bis zum 1. ZK so verringerte sich die Zeit in den Klassen h3 (14,8 min bei $p<0,05$) und h4 (15 min; $p<0,1$) signifikant. In den darauf folgenden Klassen erhöhten sich die Werte wieder leicht, erreichten aber nicht mehr das hohe Niveau wie zu Beginn der Geburt. Im Vergleich dazu bewegten sich die Zeiten bei REVERMANN et al. (2018) bei 28,3 min im Mittel und bei TRUJILLO-ORTEGA et al. (2007) konnten 23,3 min für vitale und 54,4 min für die weniger vitalen Ferkel ermittelt werden. Bei OLIVEIRA et al. (2020) wurden mit 16,07 min geringere Werte festgestellt, die bei VASDAL et al. (2011) mit 62 min wiederum deutlich überschritten wurden. Wobei in beiden Untersuchungen das erste Säugen bewertet wurde und bei VASDAL et al. (2011) in dem Artikel Anmerkungen über die Gestaltung des Ferkelnestes und eines möglichen (negativen) Einflusses genannt wurden. Erwähnenswert ist sicher auch der positive Effekt des Abtrocknens der Ferkel auf das erste Säugen und der Ferkelverluste.

Statistisch abgesicherte Unterschiede zwischen den Haltungsformen konnten im eigenen Versuch nicht ermittelt werden, nur für die Klasse h3 ergab sich ein Unterschied von 11 min in der Bewegungsbucht zu 16,8 min im Ferkelschutzkorb bei $p=0,104$.

Die Untersuchungen zum Einfluss von Hormonen auf den 1. ZK kamen zu keinem statistisch relevanten Ergebnis. Auch bei TRUJILLO-ORTEGA et al. (2007) konnte kein Einfluss von Oxytocin auf die Ferkelvitalität festgestellt werden, ebenso wie bei YONGDAE et al. (2020), die keine Auswirkungen der Konzentrationen von Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol auf die Vitalität der Ferkel ermitteln konnten.

Nur bei Glucose konnte in der eigenen Untersuchung mit $p=0,122$ ein Wert ermittelt werden, der vielleicht erwähnenswert ist. Hier zeigte sich das bei den Sauen mit mittleren Glucosewerten die Ferkel im Schnitt nur 13,5 min bis zum 1. ZK benötigten. Die Gruppe mit den hohen Glucosewerten war mit 21,4 min deutlich langsamer, während die Gruppe mit den niedrigeren Glucosewerten 17,5 min benötigte. Demnach führen die mittleren Glucosegehalte zu niedrigeren Zeiten bis zum 1. ZK. Bei OLIVEIRA et al. (2020) war jedoch ein deutlicher Einfluss einer hochenergetischen Futtergabe mit 250 g Rohzucker auf den 1. ZK zu ermitteln, hier sank die Zeit von 16,07 min in der Kontrollgruppe auf 10,76 min deutlich ab und war mit $p<0,01$ auch statistisch signifikant. Auch für den 1. ZK und dem ZFI scheint eine ausreichende Glucoseversorgung zur Geburt einen positiven Einfluss zu haben.

6.8 Hinweise und Anmerkungen zur Diskussion

Bei den vergleichenden Abbildungen verschiedener Untersuchungen ist zu beachten das die Werte und auch die zeitliche Zuordnung nicht direkt vergleichbar sind. Grund sind z.B. unterschiedliche Messverfahren (z. B. Blut-, Plasma-, Serum-, Borsten- oder Speichelgehalt), unterschiedliche Versuchskonfigurationen und Auswertungsverfahren. Beim eigenen Versuch wurden z. B. Mittelwerte aus 2 Proben gebildet, was dazu führt das eine zeitliche Zuordnung in das gewählte Zeitschema nur annäherungsweise möglich ist. Der letzte gemessene Wert vor der Geburt kann sowohl von Tag 1, 2 oder 3 vor der Geburt stammen und wurde dem Tag 1 vor der Geburt zugeordnet. Auch der letzte Wert innerhalb der Geburt ist nicht eindeutig zuzuordnen, er kann bei Minute 60, 90 oder 300 entnommen worden sein und wurde in der gewählten Zeitschiene der Minute 240 zugeordnet. Eine tendenzielle Vergleichbarkeit aller Untersuchungen sollte aber gegeben sein.

Die in der Diskussion genannten, teilweise sehr unterschiedlichen Ergebnisse zeigen, dass weitere Untersuchungen erforderlich sind um ein besseres Verständnis für die Zusammenhänge der Hormonkonzentrationen zur Geburt und der anderen Parameter zu bekommen. Die Gründe für die unterschiedlichen Ergebnisse können vielfältig sein. Ein Ansatz ist sicherlich der Zeitpunkt und die Häufigkeit von zu ermittelnden Werten. Wünschenswert wäre eine kontinuierliche Überwachung der Konzentrationen und Parameter, was aber vermutlich zur Zeit weder technisch möglich noch wirtschaftlich vertretbar wäre. Vielleicht gibt es in Zukunft Analyseverfahren die fortlaufend Werte übermitteln können. In Bezug auf die eigene Untersuchung wäre es interessant zu sehen ob und wie sich die Ergebnisse ändern würden, wenn man die ermittelten Werte nicht in Mittelwerten zusammenfassen würde sondern in einem Zeitstrahl von 0 – 1(00) anordnet und damit die Daten in Bezug zu Anfang bis Ende der Geburt zuordnet. So könnte man die Werte nicht abhängig von der Zeit, sondern abhängig vom Geburtsfortschritt untersuchen. Die dafür benötigten engmaschigeren Probennahmen wären auch wünschenswert im Hinblick auf die

zum Teil sehr kurzen Halbwertszeiten von zum Beispiel Adrenalin und Noradrenalin (DÖCKE und KEMPER, 1994).

Auch könnten noch weitere äußere Einflussfaktoren wie z. B. die Umgebungstemperatur die Höhe der Hormonspiegel beeinflussen.

7 Schlussfolgerungen

- Die AdrenalinKonzentration sind vor und zu Beginn der Geburt am höchsten, innerhalb der Geburt konstant bis leicht abfallend und nach Geburtsende erreichen sie die niedrigsten Werte. Die Haltung zur Geburt hat keinen großen Einfluss auf die Adrenalinwerte, die Haltung der niedertragenden Sauen in Gruppen führt jedoch zu geringeren AdrenalinKonzentrationen zur Geburt. Das spricht für die Gruppenhaltung der niedertragenden Tiere. Zu berücksichtigen ist dabei das verschiedenen Rassen unterschiedlich intensiv auf Stress reagieren.
- Bei Noradrenalin sind ebenfalls vor und zu Beginn der Geburt die höchsten Werte zu verzeichnen. Die Schwankungsbreite der Werte ist ebenfalls in diesen Zeiträumen am höchsten. Die Werte fallen während der Geburt ab und erreichen nach der Geburt die niedrigsten Werte. Der Einfluss der Haltung zur Geburt auf die NoradrenalinKonzentrationen ist eher gering. Auch hier sind die Konzentrationen zur Geburt geringer, wenn die Tiere in der niedertragenden Zeit in Gruppen gehalten werden. Daher ist die Gruppenhaltung der niedertragenden Tiere empfehlenswert. Auch für Noradrenalin ist eine rassebedingt unterschiedliche Reaktion auf Stress zu berücksichtigen.
- Die Werte der CortisolKonzentrationen steigen im Verlauf der Geburt an, um am Tag nach der Geburt ungefähr auf das Niveau zu fallen, was am Tag vor der Geburt bestanden hat. Im Hinblick auf den Einfluss der Haltung zur Geburt gibt es unterschiedliche Untersuchungsergebnisse die keine eindeutige Empfehlung zulassen. Eine Differenzierung nach Rassen ist nicht erforderlich. Zu beachten sind neben jährlichen und täglichen Schwankungen des Cortisolspiegels auch Schwankungen im Produktionszyklus.
- Für Oxytocin konnte während der Geburt ein stetiger Anstieg der Konzentration im Blutplasma ermittelt werden. Nach der Geburt des letzten Ferkels fallen die Werte recht schnell ab. Die Spitzenwerte sind allerdings in den Versuchen sehr unterschiedlich was Fragen offen lässt. Ein Einfluss der Haltung auf den Oxytocingehalt während der Geburt ist nicht erkennbar.
- Die Glucosekonzentration war in vielen Untersuchungen zu Beginn der Geburt recht niedrig und stieg im Verlauf der Geburt an, wobei die Höchstwerte zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Verlauf der Geburt gemessen wurden. Ein Abfall der Glucosekonzentration in den Tagen vor der Geburt bis zum Geburtsbeginn konnte bei einigen Untersuchungen festgestellt werden. Dies ist bemerkenswert da in anderen Untersuchungen deutlich positive Effekte auf die Ferkelvitalität bei einer zusätzlichen Zufuhr von Glucose zu Geburtsbeginn ermittelt werden konnten. Daher sollte diesem Punkt in der Praxis besondere Beachtung geschenkt werden. Ein Einfluss der Haltung auf die Glucosekonzentration konnte nicht nachgewiesen werden.
- Die Werte von ZFI und 1. ZK bewegten sich im Rahmen dessen, was in der Literatur beschrieben wird. Bemerkenswert sind hier die Einflüsse von ausreichend Glucose zu Beginn und vor der Geburt und der doch recht große Einfluss von Managementmaßnahmen und Rasse der Sauen.

8 Zusammenfassung

Die moderne Tierhaltung wird in der Öffentlichkeit teilweise sehr stark kritisiert. Dabei hat ein Großteil der Öffentlichkeit, teilweise seit Generationen, keinen direkten Kontakt mehr zu einer Tierhaltung, die der Nahrungsmittelbeschaffung dient. Damit Tierhalter nicht mit unmöglichen oder sogar unsinnigen Forderungen zu Haltungsbedingungen konfrontiert werden, bedarf es Untersuchungen darüber was für Haltungsbedingungen die Tiere wirklich benötigen.

Dazu wurden am Forschungsinstitut für Nutztierbiologie in Dummerstorf endokrinologische und ethologische Daten von 20 Sauen der Deutschen Landrasse gesammelt. In der vorliegenden Arbeit wurden dann die Hormonkonzentrationen von Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol und Oxytocin und ihre Verläufe im peri- und postpartalen Verlauf, sowie der Einfluss der Haltungsbedingungen darauf untersucht. Es wurden dabei die zuletzt vor der Geburt gemessenen Werte, Werte und Mittelwerte innerhalb der Geburt und Werte aus den ersten 3 Tagen nach der Geburt auf statistische Zusammenhänge untersucht.

Für Adrenalin konnten vor der Geburt die höchsten Werte ermittelt werden, die im Verlauf und nach der Geburt relativ kontinuierlich fielen. Statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Haltungsformen konnten nicht ermittelt werden. Es gab jedoch Tendenzen zu niedrigeren Werten in der Haltungsform Bewegungsbucht gegen Ende der Geburt und am darauf folgenden Tag. Bei Noradrenalin ergab sich ein fast identisches Bild, lediglich die ermittelten Werte waren höher. Statistische Unterschiede oder Tendenzen im Vergleich der Haltungsformen konnten nicht ermittelt werden. Ein anderes Bild zeigte sich bei den Cortisolwerten, diese stiegen bis zur Geburt des letzten Ferkels kontinuierlich an, fielen aber schon eine Stunde nach Geburt des letzten Ferkels deutlich ab, um in den darauf folgenden Tagen weiter zu sinken. Auch hier konnten keine Unterschiede zwischen den Haltungsformen ermittelt werden. Die Oxytocinkonzentration stieg von sehr niedrigen Werten vor der Geburt über den gesamten Geburtsverlauf stetig an. Schon eine Stunde nach der Geburt des letzten Ferkels konnte ein deutlicher Abfall der Oxytocinkonzentration festgestellt werden, in den Tagen nach der Geburt zeigten sich schon wieder vorgeburtliche Werte. Ein Unterschied zwischen den Haltungsformen konnte nicht festgestellt werden. Bei Glucose waren die Konzentrationen zu Beginn der Geburt recht niedrig und es gibt Hinweise auf ein Absinken der Glucosegehalte in den Tagen bis zur Geburt. Da eine gute Glucoseversorgung zum Zeitpunkt der Geburt in anderen Untersuchungen einen sehr positiven Effekt auf die Ferkelvitalität hatte, sollte diesem Punkt besondere Beachtung geschenkt werden. Hinweise eines Einflusses der Haltungsform auf die Glucoseversorgung konnten nicht ermittelt werden. Beim ZFI und 1. ZK konnten keine Einflüsse von Hormonen oder der Haltungsform nachgewiesen werden, jedoch scheint die Glucoseversorgung zur Geburt ein wichtiger Einflussfaktor zu sein und entsprechende Beachtung zu verdienen. Auch Managementmaßnahmen und die Gestaltung der Abferkelräume haben einen großen Einfluss auf die Werte des ZFI und des 1. ZK.

Für weitere Untersuchungen wären kürzere Intervalle bei den Probennahmen wünschenswert. Des Weiteren könnte es sinnvoll sein die ermittelten Werte auf einen Zeitstrahl abzubilden damit die Werte im Verlauf der Geburt (und nicht nach Zeit) ausgewertet werden können. Auch weitere äußere Einflussfaktoren wie zum Beispiel zeitliche Rhythmen oder die Umgebungstemperatur müssten berücksichtigt werden.

9 Literaturverzeichnis

BACCI et al. (2014)

Bacci, M. L.; Nannoni, E.; Govoni, N.; Scorranno, F.; Zannoni, A.; Forni, M.; Martelli, G.; Sardi, L.; Hair cortisol determination in sows in two consecutive reproductive cycles. *Reproductive Biology*, 14 (2014), 218-223.

BALZANI et al. (2016)

Balzani, A.; Cordell, H.J.; Edwards, S.A.; Relationship of sow udder morphology with piglet suckling behavior and teat access. *Theriogenology* 86 (2016) 1913-1930.

BLIM (2020)

Blim, S. M.; Über das Geburtsgeschehen bei Schweinen einer hochproliferativen Linie unter verschiedenen Haltungsbedingungen: Quantifizierung der partusrelevanten Belastung anhand klinischer, stoffwechselbezogener und ethologischer Parameter; DVG Service GmbH, Gießen

BURDA; H. (2005)

Allgemeine Zoologie, Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

DÖCKE und KEMPER

Döcke, F.; Kemper, A.; Nebennierenmark, *Veterinärmedizinische Endokrinologie*, edn. 3, 1994. ed. Döcke F. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 357-398

EVANS et al. (1988)

Evans, F.D.; Christopherson, R.J.; Aherne, F.X.; Development of the circadian rhythm of cortisol in the gilt from weaning to puberty. *Department of Animal Science, University of Alberta* (1988). *Canadian Journal Animal Science*, 68, 1105-1111.

FEYERA et al. (2021)

Feyera, T.; Skovmose S.J.W.; Nielsen, S.E.; Vodolazska, D.; Bruun, T.S.; Theil, P.K.; Optimal feed level during the transition period to achieve faster farrowing and high colostrum yield in sows. *Journal of Animal Science*, 2021, Vol. 99, No. 2, 1-11.

FORSCHUNGSINSTITUT FÜR NUTZTIERBIOLOGIE (FBN), Dummerstorf, (2022)

- a. <https://www.fbn-dummerstorf.de/> 20.04.2022 homepage des Forschungsinstituts für Nutztierbiologie (FBN)
- b. <https://www.fbn-dummerstorf.de/ueber-uns/verwaltung/sachgebiet-iii-bau-und-liegenschaften/> 20.04.2022, Übersicht über die Liegenschaften des Forschungsinstituts für Nutztierbiologie (FBN)
- c. <https://www.fbn-dummerstorf.de/ueber-uns/wissenschaftsorganisation-und-service/tierexperimentelle-anlagen/> 20.04.2022, Gliederung der Experimentellen Anlagen am Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN)
- d. <https://www.fbn-dummerstorf.de/institute/institute-im-ueberblick/> 20.04.2022, Übersicht der Institute am Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN) und deren wissenschaftlicher Ausrichtung

Gourley et al. (2020)

Gourley, K.M.; Swanson, A.J.; Royall, R.Q.; DeRouchey, J.M.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Goodband, R.D.; Hastad, C.W.; Woodworth, J.C.; Effects of timing and size of meals prior to farrowing on sow and litter performance. *Transl.Anim.Sci.* 2020.4:724-736.

HALES et al. (2015)

Hales, J.; Moustsen, V.A.; Devreese, A.M.; Nielsen, M.B.F.; Hansen, C.F. Comparable farrowing progress in confined and loose housed hyper-prolific sows. *Livestock Science*, 171, 64-72.

HYBRIDSCHWEINEZUCHTVERBAND NORD/OST e.V. (2018)

Zuchtprogramm Deutsche Landrasse

JARVIS et al. (1998)

Jarvis, S; Lawrence, A.B.; McLean, K.A.; Chirnside, J.; Deans, L.A.; Calvert, S.K.; The effect of environment on plasma cortisol and β -endorphine in the parturient pig and the involvement of endogenous opioids. *Animal reproduction science* 52 (1998) 139 - 151.

JARVIS et al. (2000)

Jarvis, S.; Lawrence, A.B.; McLean, K.A.; Chirnside, J.; Deans, L.A.; Calvert, S.K.; Gilbert, C.L.; Goode, J.A.; Forsling, M.L. The effect of opioid antagonism and environmental restriction on plasma oxytocin and vasopressin concentrations in parturient gilts. *Journal of Endocrinology* (2000), 166, 39-44.

YONGDEA et al. (2020)

Yongdae, J; Yohan, Choi; Doowan, Kim; Joeun, Kim; Yejin, Min; Hyunjung, Jung; Younghwa, Kim; Improving behavior characteristics and stress indices of gestating sows housed with group housing facility. *Journal of Animal Science and Technology* 2020, 62 (6), 875-883.

KIXMÖLLER (2004)

Kixmüller, M.; Labordiagnostische Referenzbereiche bei unterschiedlichen Schweinerassen sowie hispathologische und immunhistochemische Untersuchung von Gehirnen älterer Sauen und Eber auf transmissible spongiforme Enzephalopathie im Rahmen der TSE-Studie; Dissertation an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

LE COZLER et al. (1999)

Le Cozler, Yannik; Beaumal, Valérie; Neil, Maria; David, Christèle; Dourmad, Jean-Yves; Changes in the concentrations of glucose, non-esterified fatty acids, urea, insulin, cortisol and some mineral elements in the plasma of the primiparous sow before, during and after induced parturition. *Reprod. Nutr. Dev* 39 (1999) 161-169.

LEHN (2020)

Lehn, D.; Untersuchungen zum Ablauf der peripartalen Periode des Schweins in verschiedenen Haltungsbedingungen unter besonderer Berücksichtigung des endokrinen Status und ethologischer Merkmale. VVB Lauferweiler Verlag, Giessen.

LOEFFLER (2005)

Basiswissen Biochemie mit Pathobiologie, 6 Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg

LOEFFLER, K.; GÄBEL, G. (2015)

Anatomie und Physiologie der Haustiere, 14. Auflage, Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

OLIVEIRA et al. (2020)

Oliveira, R.A.; Neves, J.S.; Castro, D.S.; Lopes, S.O.; Santos, S.L.; Silva, S.V.C.; Araujo, V.O.; Vieira, M.F.A; Muro, B.B.D.; Leal, D.F.; Carnevale, R.F.; Almond, G.; Garbossa, C.A.P.; Supplying sows energy on the expected day of farrowing improves farrowing kinetics an newborn piglet performance in the first 24h after birth. *Animal* (2020), 14:11, pp 2271-2276;

OLIVIERO et al. (2008)

Oliviero, C.; Heinonen, M.; Valros, A.; Hälli, O.; Peltoniemi, O.A.T.; Effect of the Environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation. *Animal Reproduction Science*, 2008, 105, 365-377;

REVERMANN et al. (2018)

Revermann, R.; Winckler, C.; Fuerst-Walt, B.; Leeb, C.; Pfeiffer, C.; Assessment of viability of new born piglets using an adjusted APGAR score. *Journal of Central European Agriculture*, 2018. 19(4), 829-833;

ROSOCHACKI et al. (1999)

Rosochacki, S.J.; Piekarzewska, A.B.; Poloszynowicz, J.; Sakowski, T.; The influence of restraint immobilization stress on the concentration of bioamines an cortisol in plasma of pietrain and duroc pige. *Journal of Veteranarian Medicine*, A 47, 231-242 (2000), Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

SCHMITTEN et al. (1989)

Schmittten, F.; Burgstaller, G.; Hammer, K.; Matzke, P.; Mittrach, B.; Schmid, W.; *Handbuch Schweineproduktion*; 3. Auflage, DLG Verlag Frankfurt.

NIELSEN et al. (2021)

Nielsen, S.E.; Feyera, T.; Skovmose, S.J.W.; Krogh, U.; Eskildsen, M.; Theil, P.K.; Intravenous infusion of glucose improved farrowing performance of hyperprolific crossbred sows. *Journal of Animal Science*, 2021, Vol 99, No. 5, 1-11.

TRUJILLO-ORTEGA et al. (2007)

Trujillo-Ortega, M.E.; Mota-Rojas, D.; Juarez, O.; Villanueva-Garcia, D.; Roldan-Santiago, P.; Becerril-Herrera, M.; Hernandez-Gonzalez, R.; Mora-Medina, P.; Alonso-Spilsbury, M.; Rosales, A.M.; Martinez-Rodriguez, R.; Ramirez-Necoechea, R.; Porcine neonates failing vitality score: physio-metabolic profile and latency to the first teat contact. *Czech Journal of Animal Science*, 56, 2011 (11): 499–508

VAN DIJK et al. (2005)

Van Dijk, A.J.; van Rens, B.T.T.M; van der Lende, T.; Taverne, M.A.M.; Factors affecting duration of the expulsive stage of parturition and piglet birth intervals in sows with uncomplicated, spontaneous farrowings. *Theriogenology*, Volume 64, Issue 7, (2005) 1573-1590

VASDAL et al. (2011)

Vasdal, G.; Östensen, I.; Melisova, M.; Bozdechova, B.; Illman, G.; Andersen, I.L.; Management routines at the time of farrowing – effects on teat success and postnatal piglet mortality from loose house sows. *Livestock science* 136 (2011), 225-231.

VERNUNFT et al. (2021)

Vernunft, A.; Gladbach, C.; Oster, M.; Bostedt, H.; Wimmers, K.; Neue Erkenntnisse zur Vitalität und Verlusten bei Saugferkeln bei freier Abferkelung. Leibniz-Institut FBN Dummerstorf; Präsentation zum 26. Mitteldeutschen Schweineworkshop 28.-29. Mai 2021, online-Veranstaltung der Hochschule Anhalt in Bernburg (Saale).

VUČEMILO et al. (2011)

Vučemilo, M.; Gutzmirtl, D.; Šperanda, M.; Vinković, B.; Frižon, E.; Matiković, K.; Gutzmirtl, H.; Effect of sows housing mode on stress indicators; *Acta Veterinaria (Beograd)*, Vol. 61, 2011, No. 2-3, 151-161.

ZHANG et al. (2021)

Zhang, Q.; Ahn, J.M.; Kim, I.H.; Micelle silymarin supplementation to sow's diet from day 109 of gestation to entire lactation period enhances reproductive performance and affects serum hormones and metabolites; *Journal of Animal Science*, 2021, Vol. 99, No. 12, 1-12.

10 Selbstständigkeitserklärung

Erklärung

Ich versichere, daß ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen (einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software) benutzt habe.

Bernburg, den 02.05.2023

Wilhelm Kondring