

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nachhaltige Agrarsysteme

Institut für Nutztierwissenschaften



Zustand von Jutesäcken als Indikator für das „Nestbauverhalten“ von Sauen in Kastenständen

Masterarbeit von DI Martin Fuchs

Betreut von

Univ.Prof. Dr.med.vet. Christoph Winckler

Assoc.Prof. Dr.med.vet. Christine Leeb

Dipl.-Ing. Dr. Christina Pfeiffer

Dipl.-Biol. Anke Gutmann

Wien

April 2020

Dipl.-Ing. Martin Fuchs 09740343 martin.fuchs@boku.ac.at

Masterstudium Nutztierwissenschaften UH 066 456

Universität für Bodenkultur

Gregor-Mendel-Straße 33

1180 Wien

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen habe ich gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Stelle als Prüfungsleistung eingereicht.

Martin Fuchs

Wien, am 08.04.2020

Zusammenfassung

In den letzten Stunden vor der Geburt ihrer Ferkel zeigen weibliche Hausschweine Nestbauverhaltensweisen, unabhängig davon, ob sie in semi-natürliche Umgebung entlassen werden, ob sie in Abferkelsystemen ohne Fixierung oder in Kastenständen gehalten werden. Es gibt allerdings Unterschiede in der Nestbauaktivität bzw. im „Nestbauverhalten“ verschiedener Sauen. Außerdem kann dieses angeborene Verhalten ohne geeignetes Material nicht ausreichend ausgelebt werden.

Die vorliegende Masterarbeit wurde im Rahmen des Projekts „OptiZucht“, welches die Erfassung von Merkmalen der Mütterlichkeit zum Ziel hat, erstellt. Es wurde untersucht, ob Jutesäcke als Indikator des „Nestbauverhaltens“ von in Kastenständen fixierten Zuchtsauen geeignet sind. Zu diesem Zweck wurde das vorgeburtliche Verhalten auf zwei Betrieben von insgesamt 23 Sauen, an deren Kastenständen Jutesäcke hängend befestigt waren, auf Video aufgenommen.

Es wurden vier Positionen (Sitzen, Stehen, Bauchlage und Seitenlage) definiert, sowie 15 dem Nestbauverhalten entsprechende Verhaltensweisen. (Da die Sauen nicht tatsächlich Nester errichten konnten, wird in dieser Arbeit nicht von Nestbauaktivität, sondern von dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen oder von „Nestbauverhalten“ gesprochen.) Das Verhalten der Sauen wurde in den letzten 12 Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels kontinuierlich beobachtet, und die Dauer der definierten Verhaltensweisen, die Aufenthaltsdauer in den einzelnen Positionen und die Anzahl der Positionswechsel wurden festgestellt. Die Dauer der Verhaltensweisen wurde insgesamt (Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“) und geordnet nach Objekt („Bucht“, „Jutesack“) und Art des Verhaltens („Wühlen“, „Scharren“, „Beißen“) ausgewertet. Diese Auswertungen wurden mit der Beurteilung des Zustandes der Jutesäcke (Jutesackscore von 1 bis 4, vergeben durch die Züchter*innen) zum Zeitpunkt der Geburt sowie mit Daten zur Produktivität der Sauen (Anzahl und Anteil tot geborener und erdrückter Ferkel) in Beziehung gesetzt.

Alle Sauen nutzten den Jutesack, um für den Nestbau typische Verhaltensweisen zu zeigen. Die durchschnittliche Dauer des „Nestbauverhaltens“ entsprach größenordnungsmäßig der in anderen Studien gefundenen durchschnittlichen Dauer. Es gab jedoch große Unterschiede der Sauen in der Dauer des gesamten „Nestbauverhaltens“ als

auch in der Dauer einzelner Verhaltensweisen und Positionen. Teilweise bildeten sich diese Verhaltensunterschiede auch im Zustand des Jutesackes ab. Dessen Beurteilung korrelierte moderat ($r=0,678$, $p\leq 0,001$) mit gegen den Jutesack gerichteten, dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen und gering ($r=0,425$, $p=0,043$) mit der Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“. Bei Sauen, die längeres „Scharren“ und „Scharren gegen den Jutesack“ sowie mehr Positionswechsel zeigten, war die durchschnittliche Anzahl tot geborener Ferkel (von 22 Sauen bekannt) niedriger. Allerdings bilden sich scharrende Verhaltensweisen nicht adäquat im Zustand des Jutesackes ab.

Es erscheint wahrscheinlich, dass der Jutesack geeignet ist, das „Nestbauverhalten“ anzuregen und dadurch zu einer Steigerung des Wohlergehens der Sauen beitragen kann. Diese Zusammenhänge müssten jedoch durch Studien mit Kontrollgruppen überprüft werden. Auch Möglichkeiten zur adäquaten Abbildung von Scharren, das einen integralen Bestandteil des Nestbauverhaltens darstellt, sollten durch weitere Studien gefunden werden. Ob es möglich und sinnvoll, Jutesäcke in der Schweinezucht einzusetzen und den Jutesackscore als indirektes Merkmal des „Nestbauverhaltens“ für die Selektion von Mutterschweinen zu verwenden, wodurch sowohl das Wohlergehen der Ferkel als auch die Produktivität gesteigert werden könnten, müsste erst durch weitere Studien bestätigt werden.

Summary

During the last hours before farrowing, nestbuilding activity is an innate behavioural need of female domestic pigs. If it is restricted, their welfare is impaired. This can have detrimental effects on the farrowing process and subsequently on the welfare of piglets and productivity. Nestbuilding activity is shown, regardless of whether the sows are released in a semi-natural environment, kept in free-farrowing systems, or fixated in crates. However, individual sows differ regarding their nestbuilding activities. Furthermore, it is not possible to the full extend, when suitable material is not available.

This master-thesis was a part of the project “Optizucht” with the overall aim to identify maternal traits. Here it was examined, if jutebags are adequate as an indicator for nestbuilding behavior of sows kept in crates. On two farm in total 23 sows in crates were videotaped and continuously observed for 12 hours before the birth of the first piglet. All

sows had a bag fixed at a bar of the crate, hanging beside their head. For the observation, 15 behaviours related to nestbuilding and four positions (sitting, standing, lying sternal and lying lateral) were defined. (As it was not possible for sows to build real nests, we use the term 'nestbuilding-related behaviour', or "nestbuilding behaviour" in quotation marks.) The duration of the nestbuilding-related behaviours (in total; per object: pen/bag; per type of behaviour: rooting, pawing, biting), the duration of the different positions and the number of position changes was assessed and compared to a 1-4 score for the state of the jutebag (given by the breeders after farrowing). Furthermore, the behaviour and the bag-score were compared with the productivity (numbers and proportions of stillborn and crushed piglets) of the respective sow.

All sows used the jute-bag to perform behaviours typical for nestbuilding. The average duration of "nestbuilding" was in accordance with other studies on nestbuilding behaviour. However, sows varied widely regarding duration of total "nestbuilding behaviour", as well as individual behaviour and positions. The bag-score showed a moderate positive correlation ($r=0,678$, $p<0,001$) with the duration of behaviours directed to the bag, and a low positive correlation ($r=0,425$, $p=0,043$) with the sum of all "nestbuilding behaviour". Sows who showed a higher number of changes of position and a longer duration of pawing the pen and pawing against the jute-bag had less stillborn piglets (data available from 22 sows). However, the relationships with pawing were inconclusive, and pawing was not adequately represented by the state of the bag. Since pawing is an integral part of nestbuilding-activity, further studies should search for possibilities to assess it adequately. It seems reasonable, that a jutebag is suitable to stimulate nestbuilding behaviour. However, this needs proof by studies including control groups. Also, the relationships between sow behaviour and the score should be proved in further studies.

Danksagung

Diese Masterarbeit wurde im Rahmen des Projektes „OptiZucht – gute Mütter-vitale Ferkel“ verfasst. Mein herzlicher Dank gilt daher in erster Linie den an diesem Projekt beteiligten Züchter*innen, die ihre Stallungen für die Videoaufzeichnungen zur Verfügung gestellt und die dafür nötigen technischen Einrichtungen ermöglicht haben, und natürlich den von mir beobachteten Schweinen dortselbst. Dr. Christina Pfeiffer danke ich herzlich sowohl für die Gesamtprojektleitung als auch die Betreuung dieser Masterarbeit, wodurch sie mir ermöglichte, diese Arbeit zu verfassen und bei der ISAE in Bergen/Norwegen zu präsentieren. Ebenso möchte ich mich bei den anderen Betreuer*innen der Arbeit für ihre Unterstützung und Geduld bedanken, insbesondere Prof. Dr. Christoph Winckler für das kritische Hinterfragen aller Formulierungen und Ergebnisse, vor allem aber dafür, dass es seine Expertise war, die mich vor einigen Jahren davon überzeugte, das Masterstudium zu beginnen; Prof. Dr. Christine Leeb für Literaturtipps, weitere wichtige Hinweise und vor allem dafür, dass sie mich von Studienbeginn bis zum Abschluss dieser Arbeit immer wieder motiviert hat, weiterzumachen; Dipl.-Biol. Anke Gutmann für die wertvolle Hilfestellung bei der Videoauswertung, Datenanalyse und der Erstellung der Grafiken. Des Weiteren gilt mein Dank allen Mitarbeiter*innen des Institutes für Nutztierwissenschaft für ihre Kollegialität, insbesondere DI Daniela Kottik für die technische Unterstützung, Institutsleiter Prof. DI Dr. Johann Sölkner und der ganzen Arbeitsgruppe Tierzucht für die Zurverfügungstellung eines Arbeitsplatzes, ihnen und allen Bürokolleg*innen hierorts für die beste Unterhaltung und viele Literstunden Kaffeepausen; allen Lehrenden auf der BOKU, die ihr Wissen mit mir geteilt, allen Kolleg*innen, die mit mir in den letzten Jahren gelernt und zusammengearbeitet haben und jenen, die mich bis zuletzt bei der Erstellung und Korrektur dieser Arbeit unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Summary	3
Danksagung	5
1. Einleitung	8
2. Ziele und Forschungsfragen	10
3. Nestbauverhalten von Schweinen	12
3.1 Nestbauverhalten von Wildschweinen (<i>Sus scrofa</i>)	12
3.2 Nestbauverhalten von Hausschweinen (<i>Sus scrofa domesticus</i>) in verschiedenen Umgebungen	13
3.3 Charakteristische Unterschiede im Verhalten verschiedener Sauen	16
3.4 Das Nestbauverhalten beeinflussende Faktoren	17
3.5 Zusammenhänge von „Nestbauverhalten“, Tierwohlergehen und Produktivität.....	18
3.6 Schlussfolgerungen aus der Literaturrecherche	20
4. Tiere, Material und Methoden	21
4.1 Untersuchungsbetriebe und -tiere.....	21
4.2. Buchteneinrichtung, Befestigung und Beurteilung der Jutesäcke.....	23
4.3 Verhaltensaufzeichnungen.....	26
4.4 Ethogramm.....	27
4.5 Videoauswertung	34
4.6 Datenaufbereitung	34
4.7 Reproduzierbarkeit der Beobachtungsergebnisse.....	35
4.8 Statistische Methoden	35

5. Ergebnisse	39
5.1 Beobachter*innen-Übereinstimmung bei der Jutesack-Beurteilung (inter-observer-reliability)	39
5.2 Beurteilung der Jutesäcke durch die Züchter*innen	39
5.3 Beobachtungs-Übereinstimmung der Video-Auswertung (intra-observer-reliability)	39
5.4 Verhaltensunterschiede der Sauen	40
5.5 Jutesackscores und dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweisen.....	51
5.6 Reproduktionsdaten, Verhalten und Jutesackbeurteilungen	57
6. Diskussion	62
6.1 Beurteilung der Jutesäcke	62
6.2 Reproduzierbarkeit der Video-Beobachtungen	62
6.3 Zuordnung der Verhaltensweisen zum Nestbauverhalten	63
6.4 Variabilität im Verhalten der Sauen	67
6.5 Jutesäcke als Nestbaumaterial	69
6.6 Indirekte Erfassung des „Nestbauverhaltens“ durch den Jutesackscore	72
6.7 Zusammenhänge der Reproduktionsleistung mit „Nestbauverhalten“ und Jutesackscore	75
7. Schlussfolgerungen	78
Literaturverzeichnis	80
Abbildungsverzeichnis	86
Tabellenverzeichnis	87
Anhang	88

1. Einleitung

In der modernen konventionellen Schweinefleischproduktion werden Sauen meist vor, während und nach der Geburt bis zum Absetzen der Ferkel, sowie danach für den Zeitraum des Deckens isoliert von anderen Schweinen in Abferkelbuchten und fixiert in sogenannten Kastenständen (Abferkelgitter bzw. Einzelstände im Deckzentrum) gehalten. Laut der Richtlinie über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen ist dies in der Europäischen Union eine Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin bis max. vier Wochen nach dem Decken zulässig, in der übrigen Zeit ist die Gruppenhaltung von Sauen vorgeschrieben (EU, 2008). Diese Bestimmung wurde mit der 1. Tierhaltungsverordnung in Österreich umgesetzt, wobei hier derzeit die Einzelhaltung und Fixierung von nur fünf Tagen vor dem errechneten Geburtstermin bis zehn Tage nach dem Decken erlaubt ist. Ab 2033 dürfen Sauen nur noch bis zum Ende der kritischen Lebensphase der Saugferkel zu deren Schutz vor Erdrücken fixiert werden, und die Abferkelstände müssen auf die Körpergröße der Sauen einstellbar sein (THVO, 2017). Laut dem Projekt Pro-Sau, welches die Dauer dieser kritischen Phase untersuchte, sollten Sauen auch in Zukunft zumindest einen Tag vor bis vier Tage nach der Geburt der Ferkel fixiert werden (Heidinger et al., 2017). Auch Hales et al. (2015b) kamen zu dem Schluss, dass bei dieser Zeitdauer der Fixierung von Sauen die Ferkelsterblichkeit reduziert war.

Das Hauptargument für die Fixierung von Sauen in Kastenständen ist die bessere Überlebensrate von Ferkeln in diesen Systemen im Vergleich zu Systemen mit freier Abferkelung (Hales et al, 2015a). Es sollte allerdings umso mehr darauf geachtet werden, Sauen auch in dieser restriktiven Umgebung Möglichkeiten zum Ausleben ihres arttypischen Verhaltens zu schaffen (Hansen et al., 2017). Gleichzeitig ist es sinnvoll, jene Sauen für die Zucht zu selektieren, von denen unter den gegebenen Bedingungen durch Minimierung der Totgeburten, Erdrückungs- oder anderen Verlusten möglichst viele Ferkel abgesetzt werden können. Dadurch könnten gleichzeitig die Produktivität, das Wohlergehen der Ferkel und – durch die Möglichkeit zum Ausleben ihres arttypischen Verhaltens – auch jenes der Sauen gesteigert werden.

Nestbauverhalten von Sauen ist zumindest zum Teil angeboren, jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt (Jensen, 1993). Weiters gibt es Zusammenhänge von „Nestbauverhalten“ und der Fähigkeit zur mütterlichen Fürsorge von Sauen (und damit zu ihrer Produktivität)

(Yun und Valros, 2015). Daraus ergibt sich, dass es sinnvoll ist, das Merkmal „Nestbauverhalten“ züchterisch zu bearbeiten. Die beste Methode, um präzise Messungen mütterlichen Verhaltens zu erhalten, sind kontinuierliche Videobeobachtungen. Um in Zuchtprogramme aufgenommen werden zu können, müssen Merkmale mütterlichen Verhaltens valide gemessen werden können, allerdings auch so leicht wie möglich zu erfassen sein (Ocepek und Andersen, 2017). Außerdem müssen große Datensätze vorhanden sein, da mütterliche Merkmale nur eine niedrige Heritabilität aufweisen (Grandinson, 2005).

Für das für Schweine typische vorgeburtliche Verhalten scheinen Jutesäcke besonders gut geeignet zu sein (Bolhuis et al., 2018). Ob sie darüber hinaus auch als Indikator des „Nestbauverhaltens“ geeignet sind, soll diese Masterarbeit klären. Ein Vergleich der Beurteilung des Zustandes von Jutesäcken mit kontinuierlichen Videobeobachtungen soll aufzeigen, ob das „Nestbauverhalten“ einer Sau durch den Zustand eines ihr vor der Geburt zur Verfügung gestellten Jutesackes valide beurteilt werden kann. Besteht ein Zusammenhang, könnte diese Beurteilung als indirektes Maß der mütterlichen Fähigkeiten von Sauen für die Selektion verwendet werden – umso mehr, wenn sowohl der Zustand des Jutesackes als auch die ante partum beobachteten, dem Nestbau zugeordneten Aktivitäten einer Sau mit der Zahl tot geborener und erdrückter Ferkel zusammenhängen.

In Kastenständen fixierte und nur mit Jutesäcken ausgestattete Sauen können keine Nester errichten, sondern nur dem Nestbauverhalten zuordenbare Verhaltensweisen zeigen. Daher ist bei der Beschreibung, den Ergebnissen und der Interpretation des in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Versuches nicht von Nestbauaktivität, sondern von dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen oder von „Nestbauverhalten“ die Rede. Auch bei Zitaten aus anderen Studien, in denen die Sauen dem Nestbau zuordenbare Verhaltensweisen zeigten, aber nicht tatsächlich Nester bauen konnten, wird der Begriff „Nestbauverhalten“ in Anführungszeichen gesetzt.

2. Ziele und Forschungsfragen

Ziel der vorliegenden Studie ist es, zu überprüfen, ob aus dem Zustand eines Jutesackes, den eine Muttersau vor der Geburt bearbeiten konnte, auf das „Nestbauverhalten“ dieser Sau und damit indirekt auf ihre mütterlichen Fähigkeiten geschlossen werden kann. Zu diesem Zweck wurde Sauen kurz vor der Geburt jeweils ein Jutesack zur Verfügung gestellt. Dessen Zustand wurde nach der Geburt nach einem validierten Schema beurteilt und mit dem kontinuierlich beobachteten Verhalten der Sau und ihren Reproduktionsdaten verglichen.

Folgende Fragen sollten beantwortet werden:

1. Gibt es zwischen den Sauen deutliche Unterschiede des vorgeburtlichen Verhaltens?
2. Gibt es Zusammenhänge des vorgeburtlichen Verhaltens der Sauen mit der Beurteilung des Zustandes von Jutesäcken, die ihnen zur Verfügung gestellt wurden?
3. Gibt es Zusammenhänge von Reproduktionsdaten (Anzahl und Anteil tot geborener Ferkel und erdrückter Ferkel) der Sauen mit ihrem vorgeburtlichen Verhalten und mit der Beurteilung des Zustandes der Jutesäcke?

Dazu wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

Es gibt deutliche Verhaltensunterschiede der Sauen:

- 1.a)** Die Sauen zeigen die Gesamtheit der dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen unterschiedlich lange bzw. unterschiedlich häufig.
- 1.b)** Auch die Verteilung des Gesamtverhaltens auf die einzelnen Verhaltensweisen sowie der zeitliche Verlauf des Verhaltens der Sauen ist unterschiedlich.

Es gibt einen Zusammenhang der Beurteilung des Zustandes eines Jutesackes mit

- 2.a)** der Gesamtdauer dem Nestbau zugeordneter Verhaltensweisen einer Sau: Je länger dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweisen gezeigt werden, desto höher ist der Score, mit dem der Jutesack beurteilt wird.
- 2.b)** der Dauer bestimmter Verhaltensweisen: Je stärker das „Nestbauverhalten“ gegen den Jutesack gerichtet wird, desto höher ist der Jutesackscore.

Es gibt einen Zusammenhang der Reproduktionsdaten (Anzahl und Anteil tot geborener und erdrückter Ferkel) mit

- 3.a)** der Ausprägung dem Nestbau zugeordneter Verhaltensweisen einer Sau: Je länger „Nestbauverhalten“ gezeigt wird, desto weniger Ferkel werden tot geboren oder erdrückt (absolut und relativ zur Zahl gesamt bzw. lebend geborener Ferkel).
- 3.b)** der Beurteilung des Zustandes eines Jutesackes: Je höher der Score ist, mit dem der Jutesack beurteilt wird, desto weniger Ferkel werden tot geboren oder erdrückt (absolut und relativ zur Zahl gesamt bzw. lebend geborener Ferkel).

3. Nestbauverhalten von Schweinen

In diesem Kapitel wird zunächst der Bau von Geburtsnestern bei Wildschweinen (*Sus scrofa*) und Hausschweinen (*Sus scrofa domesticus*) in semi-natürlichen Umgebungen beschrieben. Anschließend wird die Nestbauaktivität bzw. das „Nestbauverhalten“ von weiblichen Hausschweinen in verschiedenen Haltungssystemen dargestellt. Danach folgen Abschnitte über interne und externe Einflussfaktoren auf das vorgeburtliche Nestbauverhalten (Hormone und Materialien) und über Zusammenhänge von Nestbauverhalten, Wohlergehen und Produktivität von Schweinen.

Nur wenn die Sauen in den zitierten Studien funktionale Nester errichten konnten (in semi-natürlicher Umgebung und in speziell ausgestatteten Buchten), wird von Nestbauaktivität bzw. Nestbauverhalten gesprochen. Wenn die Sauen durch ihre Haltungsumgebung und mit den angebotenen Materialien nicht tatsächlich Nester errichten konnten, wird stattdessen von dem Nestbau zuordenbaren bzw. zugeordneten Verhaltensweisen oder von „Nestbauverhalten“ (in Anführungszeichen) gesprochen.

3.1 Nestbauverhalten von Wildschweinen (*Sus scrofa*)

Echte Schweine (*Suidae*) sind die einzigen Huftiere (*Ungulates*), die Nestbauverhalten zeigen (Jensen, 2002). Laut Gundlach (1968, zitiert in: Briedermann und Stöcker, 2009), der das Verhalten von Europäischen Wildschweinen untersuchte (v.a. im Lainzer Tiergarten Wien), suchen Sauen etwa ein bis drei Tage vor dem Geburtstermin den zukünftigen Wurfplatz auf. Die Trennung aus dem bisherigen Familienverband, vor allem von den vorjährigen Ferkeln, erfolgt erst wenige Tage bis höchstens eine Woche vor der Geburt. Der Bau des Geburtsnestes beginnt damit, dass die Sau mit dem Rüssel eine flache Bodenvertiefung schafft. Im Anschluss werden in einem Umkreis von bis zu 50 Metern trockenes Gras, Laub und kleine Zweige mit den Zähnen abgerissen und in oder am Rande der Mulde abgelegt. Die Sau steht in der Mulde, lockert das Material mit dem Rüssel auf und schiebt es, sich im Kreis drehend, hin und her. Das Materialsammeln und Auspolstern wechseln einander mehrfach ab. Danach wird die Mulde mit Gras und Zweigen angefüllt, die am Rande abgelegt und durch Aufwärtsbewegungen des Kopfes zur Mitte hin geschleudert werden. Herabfallendes Material wird mit den Vorderbeinen herangeholt und mit dem Kopf festgedrückt. Es werden auch Zweige und Äste eingebaut, die eine Länge von bis zu zwei

Metern erreichen können. Bei einer Höhe von etwa einem Meter wird der Nestbau eingestellt, die Grundfläche beträgt dann etwa 4m². Die gesamte Bauzeit kann sich über mehrere Tage erstrecken (Gundlach, 1968, zitiert in: Briedermann, 2009). Meynhardt (2013) gibt die Bauzeit des „Wurfkessels“ hingegen mit 3 Stunden an.

Abgesehen von dem kleineren Umkreis von 20 bis 30 Metern, in dem laut Meynhardt (2013) Material für den Bau des Kessels gesammelt wird und der Beobachtung, dass alle im Vorjahr geborenen Ferkel ihre Mutter zum Wurfplatz begleiten, deckt sich seine Beschreibung mit jener von Gundlach (1968, zitiert in Briedermann und Stöcker, 2009).

3.2 Nestbauverhalten von Hausschweinen (*Sus scrofa domesticus*) in verschiedenen Umgebungen

3.2.1 Nestbauverhalten in semi-natürlicher Umgebung

Durch die Domestikation wurde die Ausübung des Nestbauverhaltens von weiblichen Schweinen nicht stark verändert. Verglichen mit ihren Vorfahren führen Hausschweine Nestbau als Teil des mütterlichen Verhaltens auf eine nahezu unveränderte Weise aus (Wischner et al., 2009). Dies wurde bereits in den 1980er-Jahren bei Untersuchungen von Jensen (1986) und Stolba und Wood-Gush (1989) in Schweden gezeigt, bei denen Hausschweine in eine semi-natürliche Umgebung entlassen und dort beobachtet wurden:

Bereits zwei bis 2,5 Tage vor dem Abferkeln bauen die Sauen „Scheinnester“ (mock nests). Etwa 15 bis 24 Stunden vor der Geburt begeben sie sich dann auf die Suche nach einem geeigneten Platz für das Geburtsnest, was insgesamt 4 bis 6 Stunden lang dauern kann und wobei sie Strecken von 2,5 bis 6,5 Kilometern zurücklegen können (Jensen, 1986). Sobald die Sauen einen Nestplatz ausgewählt haben, beginnen sie mit dem Nestbau. Dieser folgt einem weitgehend fixierten Muster, beginnend mit Wühlen und dem Ausheben einer seichten Mulde im Untergrund. Danach wird weiches Material von den Seiten der Mulde ausgerissen und mit scharrenden Bewegungen der Vorderbeine ins Nest verbracht. Die nächste Phase besteht aus dem Sammeln von Nestbaumaterial – Gras, Farnen und Zweigen – von bis zu 50 Metern außerhalb des Nistplatzes, welches zusammengetragen und mit wühlenden und scharrenden Bewegungen zu einem Nest angeordnet wird (Jensen, 2002). Für die erfolgreiche Ausführung des Nestbaus ist nicht nur die Möglichkeit der

Fortbewegung an sich bedeutend, sondern auch das ungehinderte Drehen um die eigene Körperachse (Jensen, 1993).

Das Ausheben der und das Einbringen von Material in die Mulde dauert laut Jensen (1986) 10 bis 30 Minuten, der eigentliche Nestbau insgesamt 1,2 bis 3 Stunden. Danach legen sich die Sauen hin und ferkeln nach 3 bis 7 Stunden ab, wobei diese Zeit noch von einzelnen weiteren Nestbautätigkeiten unterbrochen wird. Nach Stolba und Wood-Gush (1989) beginnen Sauen in seminatürlicher Umgebung ein bis zwei Tage vor der Geburt mit der Suche eines Platzes für den Nestbau; den Beginn des Nestbaus geben sie mit 4 bis 6 Stunden vor der Geburt und als Dauer für die eigentliche Nestbauaktivität 2 Stunden an.

Es gibt also deutliche Übereinstimmungen sowohl der qualitativen Beschreibungen und der gemessenen Dauer des Nestbauverhaltens von Wild- und Hausschweinen als auch der Entfernung (ca. 50 Meter), aus der Material für den Nestbau beschafft wird. Eventuell kann aus den Beschreibungen auf eine etwas stärkere Ausprägung des Nestbauverhaltens bei Wildschweinen (kürzere Dauer der Platzsuche und der gesamten Nestbauaktivität bei Hausschweinen) geschlossen werden. Bei Untersuchungen in Freilandgehegen mit Abferkelhütten konnten keine Unterschiede in der Frequenz von dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen von Hausschweinen und Kreuzungen aus Haus- mit Wildschweinen festgestellt werden (Gustafsson et al., 1999).

3.2.2 „Nestbauverhalten“ in Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sau

Vontobel et al. (2018) werteten Videoaufnahmen von 14 nicht-fixierten Sauen über 24 Stunden vor dem Abferkeln in 13,1m² großen, strukturierten Abferkelbuchten mit Sägespänen und Stroh als Nestbaumaterial aus. Alle Sauen zeigten die Verhaltensweisen „Scharren“, „Wühlen“, „Anordnen von Material“ und „Manipulieren von Buchteneinrichtungen“. Abgesehen von „Tragen von Nestbaumaterial“, welches nur von zehn der Sauen gezeigt wurde, konnten Unterschiede erst bei einer weiteren Unterteilung dieser Verhaltensweisen in einzelne Verhaltenselemente festgestellt werden: Hier zeigte sich beispielsweise, dass nur zehn Sauen wühlende und scharrende Bewegungen gegen die Buchteneinrichtung richteten, während alle Sauen den Boden oder das Nestbaumaterial wühlten und scharrten. Nur vier Sauen machten „heftige Wühlbewegungen, die das

Nestbaumaterial vorwärts-aufwärts bewegen“ (wie sie von Gundlach (1968) bei Wildschweinen beobachtet wurden).

Höinghaus (2012) untersuchte ebenfalls das „Nestbauverhalten“ in Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sauen. Sie wertete kontinuierliche Videoaufnahmen von 17 Sauen, die Stroh als Material zur Verfügung hatten, 10 Stunden ante partum hinsichtlich der Dauer und Frequenz verschiedenen Verhaltens (Stroh tragen, Scharren, Bucht bearbeiten, Wühlen, Liegen, Sitzen, Nahrungsaufnahme, Umhergehen) aus. Dabei verglich sie das Verhalten in Einzelabferkelsystemen (Gesamtfläche inkl. Auslauf 14,5m² pro Sau) und Gruppenabferkelsystemen (14,2m² pro Sau). Die durchschnittliche Dauer des Nestbauverhaltens betrug in den Einzelbuchten 131, in der Gruppenabferkelung 81 Minuten, was allerdings keinen statistisch signifikanten Unterschied bedeutete (Höinghaus, 2012).

3.2.3 Vergleich des „Nestbauverhaltens“ in Abferkelbuchten ohne und mit Fixierung der Sau

Mayer und Zöchbauer (2016) verglichen das „Nestbauverhalten“ von insgesamt 63 Sauen, die Stroh als Material zur Verfügung hatten, in Buchten mit und ohne Fixierung und mit mindestens 5,5m² Grundfläche. Sie unterschieden dabei adäquate (mit Stroh) und nicht adäquate (ohne Stroh) Nestbauverhaltensweisen. So wurde etwa Scharren oder Wühlen, bei dem Stroh verschoben wurde, als adäquat beurteilt, Manipulation des Bodens mit dem Rüssel oder den Beinen als nicht adäquat. In den 12 Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels zeigten die nicht-fixierten Sauen durchschnittlich ca. 183 Minuten Nestbauverhaltensweisen (25,4% der Zeit), davon ca. 84 Minuten adäquates „Nestbauverhalten“. Fixierte Sauen zeigten hingegen durchschnittlich nur ca. 140 Minuten Nestbauverhaltensweisen (19,4% der Zeit), davon ca. 16 Minuten adäquates „Nestbauverhalten“. Der Unterschied in der Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“ war allerdings statistisch nicht signifikant. Im Gegensatz dazu war die Dauer des adäquaten Nestbauverhaltens statistisch signifikant unterschiedlich, wobei als wichtiger Grund dafür angegeben wurde, „dass fixierte Sauen häufig innerhalb kürzester Zeit das vorhandene Stroh unter dem Kastenstand durchgeschoben hatten und so kein adäquates Nestbauverhalten mehr zeigen konnten“ (Mayer und Zöchbauer, 2016).

Hansen et al. (2017) beobachteten insgesamt 81 Sauen in den 24 Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels in Abferkelsystemen mit und ohne Fixierung der Sauen. In beiden Systemen konnten die Sauen Stroh aus einer Raufe entnehmen. Sauen in Abferkelsystemen ohne Fixierung waren aktiver und zeigten eine länger Phase des Nestbauverhaltens als fixierte Sauen: Alle Sauen begannen durchschnittlich 16,5 Stunden vor der Geburt mit dem „Nestbauverhalten“, fixierte Sauen beendeten sie 5,0 Stunden ante partum (ca. 11,5 Stunden „Nestbauverhalten“), nicht-fixierte Sauen 3,5 Stunden ante partum (ca. 13 Stunden „Nestbauverhalten“). Im Gegensatz dazu beobachteten Damm et al. (2003) in Kastenständen eine durchschnittlich längere Phase des „Nestbauverhaltens“ (10,5 Stunden) als bei freier Abferkelung (8 Stunden). In beiden Systemen zeigten 75% der Sauen einzelne Nestbauverhaltensweisen (Scharren, Wühlen, Arrangieren von Stroh) auch während der Geburt der Ferkel.

3.3 Charakteristische Unterschiede im Verhalten verschiedener Sauen

Manche Hausschweine zeigen keine adäquate mütterliche Fürsorge (etwa hinsichtlich des Säugeverhaltens oder der Kontaktaufnahme mit den Ferkeln). Dies kann sowohl auf die unnatürlichen Lebensbedingungen, die nicht die notwendigen Anregungen und Möglichkeiten für mütterliches Verhalten bieten, als auch auf die Domestikation zurückzuführen sein. Es ist möglich, dass die Selektion während der Domestikation das mütterliche Verhalten von Sauen beeinflusst hat, da Schweine vor allem auf Wurfgröße, schnelles Wachstum, Fleischqualität und -quantität selektiert wurden, aber nicht direkt auf mütterliche Fähigkeiten (Säugeverhalten, Fürsorglichkeit) der Sauen (Gustafsson et al., 1999).

Die meisten Aspekte des mütterlichen Verhaltens von Schweinen haben sich während der Domestikation nicht wesentlich verändert, es gibt aber eine substantielle Variabilität zwischen verschiedenen Sauen, was dieses Verhalten und damit zusammenhängend auch den Hormonhaushalt der Sauen betrifft (Spinka et al., 2000). Für die zukünftige Produktion könnte die Selektion maßgeblich verbessert werden, wenn es möglich wäre, gute mütterliche Fähigkeiten von Sauen durch Rückschlüsse aus anderen Charakteristika zu identifizieren (Thodberg, 2002). Das „Nestbauverhalten“ könnte ein solches Charakteristikum sein.

3.4 Das Nestbauverhalten beeinflussende Faktoren

3.4.1 Hormonelle Einflussfaktoren

Das Nestbauverhalten wird sowohl durch interne als auch externe Stimuli beeinflusst, deren Kombination darüber entscheidet, ob komplettes und erfolgreiches Nestbauen stattfindet. Hinsichtlich der beeinflussenden Stimuli können zwei Nestbauphasen unterschieden werden: Die Initialphase des Suchens eines geeigneten Platzes und Grabens einer Mulde, die durch hormonelle Veränderungen reguliert wird, und die materialorientierte Phase, die vor allem von externen Stimuli abhängt (Jensen, 1993; Valros et al., 2009).

Der Beginn des Nestbauverhaltens wird durch einen Anstieg des Hormons Prolaktin im Zusammenhang mit sinkenden Progesteron- und steigenden Prostaglandinkonzentrationen ausgelöst. Des Weiteren hängen manche Nestbauaktivitäten, wie das Tragen und Platzieren von Stroh, mit Veränderungen der Somatostatin- und Progesteronkonzentrationen zusammen. Der Nestbau endet, wenn die Oxytocinkonzentration steigt (Algers und Uvnäs-Moberg, 2007).

3.4.2 Einfluss verschiedener Materialien auf das Nestbauverhalten

Nestbauverhalten wird nur dann in vollem Ausmaß gezeigt, wenn die Umweltbedingungen es erlauben (Wischner et al., 2009). Die Schaffung von Möglichkeiten, Nestbau- und Sozialverhalten auszuüben, verbessert die mütterlichen Reaktionen der Sauen und hat deutlich positive Effekte für das Wohlergehen sowohl von Sauen als auch von Ferkeln (Vanheukelom et al., 2012). Dies kann laut Cronin und Smith (1992, zitiert in Vanheukelom et al., 2012) z.B. aus mehr Seiten- und weniger Bauchlage und damit verbundenen häufigeren und längeren Säugeperioden, weniger agonistischem Verhalten gegen die Ferkel, mehr Kontaktaufnahme mit ihnen und Rücksichtnahme auf sie geschlossen werden. Daher sollte allen Sauen angemessenes Nestbaumaterial wie z.B. Stroh angeboten werden, auch Sauen in Kastenstandhaltung (Wischner et al., 2009). Lang geschnittenes Stroh (20-40 cm) ist als Nestbaumaterial besser geeignet, als (durchschnittlich 10 cm) kurz geschnittenes (Burri et al., 2009).

Aber weder mit Stroh, Sägespänen oder ähnlichem Material können Sauen tatsächlich ein funktionales Nest errichten. Dies kann laut Damm et al. (2000) zu einer länger anhaltenden

Motivation führen, „Nestbauverhalten“ auszuführen, als in semi-natürlicher Umgebung – sogar über den Zeitpunkt der Geburt hinaus. Darum stellten sie den von ihnen in speziell gestalteten Buchten untersuchten nicht-fixierten Sauen zusätzlich zu 20 kg lang geschnittenem Stroh auch Äste (durchschnittlich 3 cm Durchmesser und 57,5 cm Länge) zur Verfügung, womit die Tiere strukturierte und funktionale Nester errichten konnten. Sie beendeten das Nestbauverhalten früher und zeigten weniger Nestbauverhaltensweisen während des Abferkelns als die Sauen in der Kontrollgruppe (Damm et al., 2000).

Jutesäcke als Nestbaumaterial wurden von Bolhuis et al. (2018) bei nicht-fixierten Sauen untersucht. Dabei konnten sie zeigen, dass das Angebot von Nestbaumaterial vor der Geburt zu einer geringeren Aktivität während der Geburt und dadurch zu einer geringeren Zahl erdrückter Ferkel führte. Sie merken an, dass die Sauen mit den angebotenen Materialien – Strohbälle, Seile und Jutesäcke – nicht tatsächlich ein Nest errichten können. Dennoch habe das Angebot dieser Materialien positive Effekte auf das Verhalten. Die Jutesäcke, die die Sauen wühlen und aufplustern konnten, wurden von allen Materialien mit Abstand am meisten genutzt wurden, möglicherweise weil sie Nestbaumaterial, welches in der Natur gefunden würde, ähnlich sind (Bolhuis et al., 2018).

3.5 Zusammenhänge von „Nestbauverhalten“, Tierwohlergehen und Produktivität

Schon Gustafsson et al. (1999) wiesen auf den Zusammenhang von – möglicherweise durch die Domestikation bedingter – mangelnder mütterlicher Fürsorge und Ferkelsterblichkeit hin. Sie vermuteten außerdem, dass durch die Verhinderung des Auslebens von Verhaltensbedürfnissen, welche sich in Wildschweinen entwickelt haben, aber auch bei Hausschweinen noch vorhanden sind, das Wohlergehen von Sauen eingeschränkt ist.

Ausführlich erklärt wird dieser Zusammenhang von Yun und Valros (2015) in einer Übersichtsarbeit über die Wechselwirkungen von vorgeburtlichem „Nestbauverhalten“, Stress und Hormonen und deren Effekte auf den Geburtsverlauf, die Laktation und das Wohlergehen von Sau und Ferkeln: Sauen, deren Ausübung des vorgeburtlichen „Nestbauverhaltens“ be- bzw. verhindert ist, können Frustration oder Verletzungen erleiden. Dies kann zu einem Anstieg des Stresslevels und einem Rückgang der körpereigenen

Trächtigkeitshormone führen. Inadäquate Pegel dieser Hormone können einen schädlichen Effekt auf den Geburtsverlauf haben, vor allem aufgrund verlängerter Zwischenferkelintervalle, die zu Totgeburten führen können. Verhindertes vorgeburtliches „Nestbauverhalten“ kann außerdem zu einer Abnahme von Säugeleistung und mütterlichem Verhalten (z.B. weniger Fürsorglichkeit hinsichtlich des Abliegeverhaltens und geringerer Reaktionsfähigkeit auf Schreie der Ferkel) und daher potentiell zu einem Anstieg der Ferkelsterblichkeit nach der Geburt führen. Daher kann angenommen werden, dass die Aktivierung vorgeburtlichen „Nestbauverhaltens“, welche mit einem höheren Spiegel körpereigener mütterlicher Hormone verbunden ist, einen positiven Einfluss auf die Abferkelung, Säugeleistung und weitere mütterliche Eigenschaften und damit auf das Wohlergehen von Sau und Ferkeln hat (Yun und Valros, 2015).

Dieser Zusammenhang wurde von Andersen et al. (2005) bestätigt, indem sie zeigen konnten, dass Sauen, die innerhalb der ersten Tage nach der Geburt keine Ferkel erdrückten, vor der Geburt deutlich mehr „Nestbauverhalten“ gezeigt hatten. Diese Sauen wiesen insgesamt fürsorglicheres mütterliches Verhalten auf: Sie reagierten schneller auf Schreie der Ferkel, achteten bei Positionswechseln besser auf sie und waren unruhiger, wenn ihr die Ferkel weggenommen wurden. Auch die Studie von Ocepek und Andersen (2017), bei der den Sauen Stroh in Raufen sowie Sägespäne als Einstreu angeboten wurden, bestätigte den Zusammenhang von mehr „Nestbauverhalten“ vor der Geburt und geringerer Ferkelsterblichkeit.

Allerdings fanden Illmann et al. (2016), die das „Nestbauverhalten“ von Sauen sowohl in Kastenständen als auch in freien Abferkelbuchten untersuchten, in beiden Systemen einen Zusammenhang von spätem „Nestbauverhalten“ und einem erhöhten Risiko für Ferkelverluste: „Nestbauverhalten“ in den letzten zwei Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels war mit einer erhöhten Zahl an Positionswechseln während der Geburt verbunden. „Nestbauverhalten“ im Zeitraum vier bis zwei Stunden vor der Geburt war mit einer erhöhten Zahl an Ereignissen verbunden, bei denen ein Ferkel unter der Sau zu liegen kam. Bereits 2014 konnten Illmann et al. zeigen, dass „Nestbauverhalten“ nach der Geburt mit geringerer Fürsorglichkeit der Sauen verbunden ist, nämlich mit einer geringeren Reaktion auf Schreie der Ferkel (Illmann et al., 2014).

3.6 Schlussfolgerungen aus der Literaturrecherche

Aus der Literatur zum Thema „Nestbauverhalten von Sauen“ geht also hervor, dass Nestbauverhalten von Sauen zumindest zum Teil angeboren, jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Es gibt Zusammenhänge von „Nestbauverhalten“ und der Ausprägung der mütterlichen Fürsorge von Sauen und damit zu ihrer Produktivität.

Daraus ergibt sich, dass es möglich und sinnvoll wäre, das Merkmal „Nestbauverhalten“ züchterisch zu bearbeiten. Es ist allerdings nicht praktikabel, das vorgeburtliche „Nestbauverhalten“ jeder einzelnen Sau zu beobachten. Ocepek und Andersen (2017) untersuchten, ob das „Nestbauverhalten“ von Sauen durch einen Score beurteilt werden kann, der durch kurze Beobachtungen während der Fütterungen gewonnen wird. Der Score und die Verhaltensbeobachtungen zeigten eine Korrelation von $r=0,469$ ($p=0,007$), woraus Ocepek und Andersen (2017) schließen, dass der Score für die Beurteilung des „Nestbauverhaltens“ geeignet ist. In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, ob auch die Beurteilung des Zustandes eines einer Sau vor der Geburt zur Verfügung gestellten Jutesackes geeignet ist, um auf die Ausprägung ihres „Nestbauverhaltens“ zu schließen.

4. Tiere, Material und Methoden

4.1 Untersuchungsbetriebe und -tiere

Die ursprüngliche Versuchsplanung sah vor, auf zwei am Projekt „OptiZucht“ beteiligten Zuchtbetrieben sowie auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb der LFS Hatzendorf das Verhalten von insgesamt 46 Sauen aufzuzeichnen. Da das Format der Aufnahmen an der LFS Hatzendorf nicht kompatibel mit den geplanten Auswertungen war, konnten diese (zwei Abferkeldurchgänge mit jeweils sechs Sauen) nicht ausgewertet werden.

In den beiden Zuchtbetrieben konnten insgesamt drei Abferkel-Durchgänge mit jeweils acht Sauen erfolgreich gefilmt werden (Betrieb 1: ein Durchgang, Betrieb 2: zwei Durchgänge). Da eine Sau in Betrieb 1 jedoch bereits vor dem errechneten Geburtstermin ferfelte, begann die Videoaufzeichnung bei dieser erst nach der Geburt des ersten Ferkels und zeigte nur die ihren Wurf säugende Sau. Daher musste sie von der Auswertung ausgeschlossen werden. Somit konnte das Verhalten von 23 Sauen ausgewertet werden.

Bei einer Sau auf Betrieb 2 (Sau 12) fiel die Kamera drei Stunden lang aus, wodurch deren Verhalten während dieser Zeit nicht aufgezeichnet wurde. Die Daten dieser Sau wurden dennoch in die Auswertung aufgenommen, da sich die Ergebnisse bei Berechnung ohne diese Daten nur geringfügig änderten. Weil eine Sau auf Betrieb 2 (Sau 23) kurz nach der Geburt der Ferkel einem Herzanfall erlag, wurden von ihr keine weiteren Daten erhoben. Daher sind die Zahlen tot geborener Ferkel nur von 22 Sauen vorhanden. Die Anzahl erdrückter und abgesetzter Ferkel wurde nur auf Betrieb 2 erhoben, wodurch es diesbezügliche Werte nur von 15 Sauen gibt.

Von den insgesamt 23 Sauen, deren Verhalten ausgewertet wurde, befanden sich sieben auf Betrieb 1 und 16 auf Betrieb 2. Elf der Sauen waren Edelschweine (ES, *Abb. 1*), zwölf Sauen waren Kreuzungen aus Edelschwein mit Landrasse (F1, *Abb. 2*). Die Verteilung der Rassen auf beide Betriebe war gleichmäßig, nicht jedoch die Verteilung der Wurfzahlen der Sauen: Jungsauen oder zu ihrem zweiten Wurf trüchtige Sauen gab es nur auf Betrieb 2. Ältere Sauen waren ausgewogener über die beiden Betriebe verteilt. Die genaue Verteilung der Sauen nach Betrieb, Rasse und Wurfnummer ist *Tabelle 1* zu entnehmen.

Bei der statistischen Auswertung wurden die Wurfzahlen in drei Kategorien (erster Wurf; zweiter und dritter Wurf; vierter und mehr Würfe, *siehe Kapitel 4.6*) zusammengefasst.

Tabelle 1: Anzahl der Sauen je Projektbetrieb, Wurfnummer und Rasse
(ES=Edelschwein, F1=Kreuzung Edelschwein*Landrasse)

Wurf	Betrieb 1		Betrieb 2		Anzahl der Sauen mit der jeweiligen Wurfzahl
	ES	F1	ES	F1	
1.			2	4	6
2.			2	1	3
3.	1	1	2		4
4.		1			1
5.	1	1		2	4
6.			1		1
7.			1		1
8.	1			1	2
9.		1			2
Anzahl der Sauen pro Betrieb	7		16		23

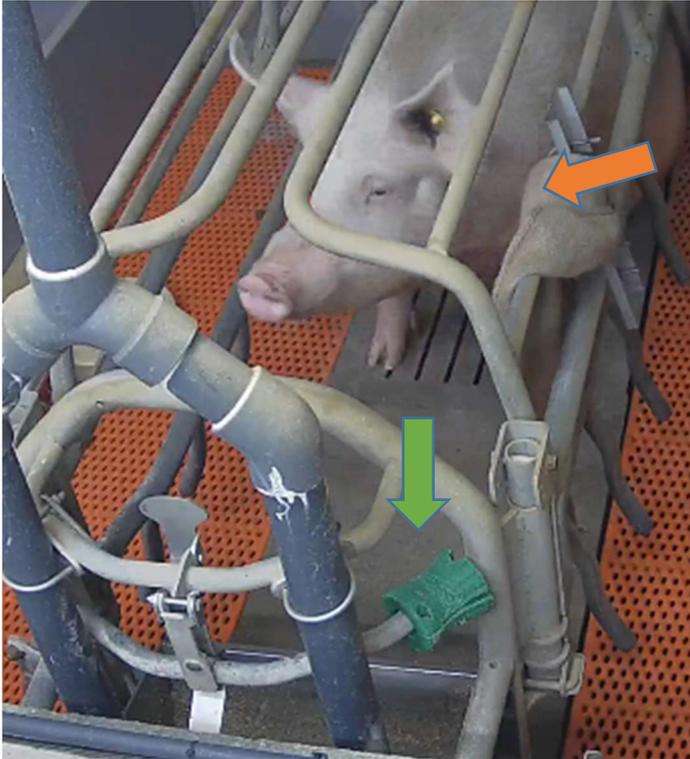


Abbildung 1: Sau der Rasse Edelschwein (ES) auf Betrieb 2. Rechts oben ist der Jutesack zu sehen (oranger Pfeil), rechts unten der Beißzylinder aus Kunststoff, den manche Sauen auf diesem Betrieb als zusätzliches Beschäftigungsmaterial zur Verfügung hatten (grüner Pfeil).

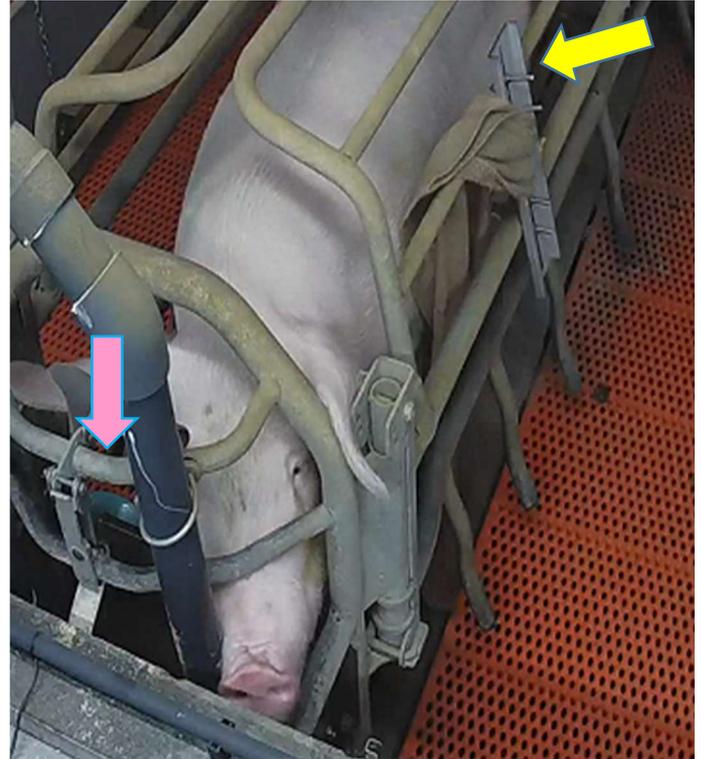


Abbildung 2: Kreuzungssau (F1) aus Landrasse und Edelschwein auf Betrieb 2. Rechts oben ist die Aufhängevorrichtung für den Jutesack zu sehen (gelber Pfeil), links unten der Rand der Tränke (rosa Pfeil).

4.2. Buchteneinrichtung, Befestigung und Beurteilung der Jutesäcke

Alle Sauen befanden sich in Abferkelbuchten mit Kastenständen, die geöffnet und an die Körpergröße der Sau angepasst werden konnten. In Betrieb 1 hatten sie Futtertröge mit integrierter Tränke zur Verfügung, in Betrieb 2 Futtertröge und Tränkebecken. Außer den Jutesäcken wurden ihnen in Betrieb 1 Metallketten und in Betrieb 2 am Kastenstandgestänge montierte Beißzylinder aus Kunststoff zur Verfügung gestellt.

Jeweils 24 Stunden vor dem errechneten Geburtstermin wurde ein Jutesack seitlich im Kopfbereich der Sau angebracht. Die Befestigung der Jutesäcke erfolgte mittels spezieller Aufhängevorrichtungen aus Metall (*Abb. 1 und 2*) oder mittels zweier kreuzweise angebrachter Kabelbinder am Kastenstandgestänge (*Abb. 3*).



Abbildung 3: Befestigung des Jutesackes am Gestänge des Kastenstandes **mit Kabelbindern** (©Pfeiffer)

Der Zustand dieser Jutesäcke wurde von den Züchter*innen maximal 24 Stunden nach der Geburt der Ferkel auf einer vierteiligen Skala, von 1 - keine Bearbeitung, bis 4 - extreme Verwendung und heruntergerissen, beurteilt (Pfeiffer et al., 2017a) (Abb. 4). Da sich die Sauen auf verschiedenen Betrieben befanden und die Jutesäcke daher von unterschiedlichen Züchter*innen beurteilt wurden, musste überprüft werden, ob der Zustand des Jutesackes von mehreren Beobachter*innen übereinstimmend beurteilt werden kann (Inter-Observer-Reliability).



Abbildung 4: Jutesäcke aus den vier Beurteilungskategorien. Von links nach rechts: 1 - keine, 2 - geringe, 3 - deutliche und 4 - extreme Verwendung (©Pfeiffer)

Zu diesem Zweck wurde die Beurteilung durch „OptiZucht“-Projektleiterin Dr. Pfeiffer (Silberstandard) mit der Beurteilung durch andere Jutesack-Beurteiler*innen verglichen. Am Institut wurden 30 zufällig ausgewählte Jutesäcke durch 15 Personen beurteilt (Abb. 5) und sogenannte gewichtete Kappa-Koeffizienten berechnet. Ebenso wurde die Übereinstimmung des Silberstandards mit der Beurteilung der 30 Jutesäcke durch die Züchter*innen verglichen (Pfeiffer et al., 2019a). Für die Auswertungen der vorliegenden Arbeit wurden die von den Züchter*innen vergebenen Beurteilungen des Zustandes der Jutesäcke der auf ihren Betrieben befindlichen Sauen verwendet.

Kappa-Koeffizienten geben die Übereinstimmung verschiedener Beurteiler*innen oder die Übereinstimmung eines Standards mit verschiedenen Beurteilungen an. Sie ergeben sich aus dem Vergleich der tatsächlich beobachteten mit der rein zufällig möglichen Übereinstimmung. Gewichtete Kappa-Koeffizienten berücksichtigen außerdem Übereinstimmungen in benachbarten Kategorien stärker als in weiter entfernten Kategorien. Kappa-Koeffizienten reichen von -1 bis 1 (wobei 1 perfekte Übereinstimmung und Werte unter 0 systematische Fehlbeurteilungen bedeuten) und können nach Viera und Garrett (2005) wie folgt eingeteilt werden (Tab. 2).

Tabelle 2: Bewertung gewichteter Kappa-Koeffizienten (Viera&Garrett, 2005)

Kappa-Koeffizient	Bewertung
< 0	geringere als zufällige Übereinstimmung
0	rein zufällige Übereinstimmung
0,01-0,20	geringe Übereinstimmung
0,21-0,40	leichte Übereinstimmung
0,41-0,60	mittlere Übereinstimmung
0,61-0,80	substantielle Übereinstimmung
0,81-0,99	fast perfekte Übereinstimmung



Abbildung 5: Jutesack-Beurteilung durch Mitarbeiter*innen und Student*innen am Institut für Nutztierwissenschaften

4.3 Verhaltensaufzeichnungen

In den zwei Projektbetrieben wurden jeweils acht Kameras installiert. In Betrieb 1 kamen sechs Kameras vom Typ Dahua IPC-HFW2231T-ZAS und zwei Dahua IPC-FW2221R-ZD zum Einsatz. In Betrieb 2 waren es fünf Kameras vom Typ IPC-FW2221R-ZD, zwei Dahua FW2220R-Z und eine Sanyo VCC-HD2300P.

Mit diesen Kameras konnte sowohl bei Tageslicht (bzw. bei eingeschalteter Stallbeleuchtung) als auch bei Dunkelheit (durch den Infrarot-Modus) gefilmt werden. Dadurch ergaben sich Farbbilder bei Lichtaufnahmen und Schwarzweißbilder bei Dunkelheit. Während des Umschaltens vom Tageslicht- in den Infrarotmodus verdunkelte sich das Bild einige Sekunden lang, in denen kein Verhalten aufgezeichnet werden konnte. Da auf Betrieb 1 die Stallbeleuchtung permanent eingeschaltet war, gab es diese Unterbrechungen hier nicht.

Pro Abferkelbucht wurde eine Kamera angebracht. Aufgrund unterschiedlicher Anordnung und Konstruktion der Buchten und sich daraus ergebender Möglichkeiten der Anbringung der Kameras wurden die Sauen auf den beiden Betrieben aus unterschiedlichen Perspektiven gefilmt. In Betrieb 1 waren die Kameras über den Sauen angebracht, wodurch diese am Video von links oder rechts oben zu sehen waren. In Betrieb 2 waren die Kameras vor den Sauen in ca. 2 m Höhe angebracht, wodurch diese von links oder rechts vorne oben zu sehen waren (*Abb. 6 und 7*). Es waren jedoch jeweils der Kopf und die Vorderextremitäten der Sauen auf den Aufnahmen sichtbar. Die Kameras wurden jeweils 24 Stunden vor dem errechneten Geburtstermin eingeschaltet und nach der Geburt ausgeschaltet. Während



Abbildung 6: Kameraperspektive auf Betrieb 1



Abbildung 7: Kameraperspektive auf Betrieb 2

dieses Zeitraums wurde das Verhalten der Sauen kontinuierlich aufgenommen.

Die Videoaufnahmen wurden auf Betrieb 1 im NUUO NVR-8D 8-Kanal Netzwerkrekorder-Desktopgehäuse gespeichert, auf Betrieb 2 im NUUO NVRMini2 NE-4080 8-Kanal Netzwerk-Video-Rekorder. Um die Videoaufzeichnungen auswerten zu können, wurden sie in das Advanced Systems Format (ASF) umgewandelt. Im Zuge der Konvertierung in das Advanced Systems Format wurde zunächst der Zeitpunkt der Geburt des ersten Ferkels gesucht: Da die Geburt selbst nicht direkt ersichtlich war, wurde dafür der Zeitpunkt festgelegt, zu dem das erste Ferkel im Bild auftauchte. Wurde bis zum Ende der Videoaufzeichnung kein Ferkel gesichtet, wurde der Geburtszeitpunkt mit dem Ende der Videoaufzeichnung festgelegt.

4.4 Ethogramm

Zum Zweck der Auswertung wurde ein – zunächst provisorisches – Ethogramm erstellt. Dieses orientierte sich an den Beschreibungen des Nestbauverhaltens von Sauen in natürlicher (Gundlach, 1968; Meynhardt, 2013) und semi-natürlicher Umgebung (Jensen, 1988 und 1993), dem Ethogramm von Höinghaus (2012), die „Nestbauverhalten“ in Abferkelbuchten ohne Fixierung beobachtete, sowie den Ethogrammen von Hansen et al. (2017) und Mayer und Zöchbauer (2016), die „Nestbauverhalten“ in Abferkelbuchten mit temporärer Fixierung der Sauen beobachteten.

Die ersten drei Videos wurden gemäß diesem vorläufigen Ethogramm ausgewertet. Dabei wurde auch Verhalten beobachtet, welches den bis dahin definierten Verhaltensweisen nicht eindeutig zugeordnet werden konnte. Daher wurde das provisorische Ethogramm überarbeitet und in die unten stehende Form gebracht. „Scharren im Liegen“ und „Wühlen im Liegen“ wurden dabei als zusätzliche Verhaltensweisen definiert. Diese werden in den oben genannten Studien nicht erwähnt, wurden jedoch von Damm et al. (2003) sowohl in Kastenständen als auch in Abferkelsystemen ohne Fixierung der Sau beobachtet. Eine Position, die Podiwinsky (2010) als Teil des normalen Abliegeverhaltens beschreibt, wurde hier als Position „Vorbeuge“ definiert. Diese Position wurde von einzelnen Sauen wiederholt gezeigt, manchmal über längere Zeiträume gehalten und resultierte teilweise nicht im Liegen, sondern wieder im Stehen. Eventuell handelt es sich dabei in manchen Fällen um ein angeborenes, mit dem Nestbau in Zusammenhang stehendes Verhaltenselement, denn Gundlach (1968) berichtete, dass Sauen mehrmals hintereinander langsam mit dem Kopf

voran in den Nesthaufen gingen, sich zur Mulde durchwühlten und darin niederlegten, wodurch das Nest stabilisiert wurde. Sämtliche in den Trog gerichtete Verhaltensweisen wurden mangels Unterscheidbarkeit dem Verhalten „Nahrungsaufnahme“ zugeordnet.

Insgesamt wurden im endgültigen Ethogramm 15 dem Nestbauverhalten zuordenbare Verhaltensweisen und sechs verschiedene Positionen definiert, außerdem das nicht dem Nestbau zugeordnete Verhalten Nahrungsaufnahme. Dessen Definition war zur Abgrenzung notwendig, es ging jedoch nicht in die Auswertung ein. Bei den Ergebnissen wird lediglich seine durchschnittliche Dauer genannt.

Weil die Sauen aufgrund der eingeschränkten Bewegungsfreiheit und mit den vorhandenen Materialien nicht tatsächlich ein Nest errichten konnten, ist in dieser Studie nicht von „Nestbauaktivität“, sondern von dem Nestbau zugeordnetem Verhalten die Rede. Zum Teil wird stattdessen aufgrund der einfacheren Lesbarkeit auch nur von „Nestbauverhalten“ gesprochen, wobei dieser Ausdruck dann immer in Anführungszeichen steht. Ebenso stehen die definierten einzelnen bzw. zusammengefassten Verhaltensweisen im Text in Anführungszeichen (in den Tabellen aber nicht).

Da die Sauen abgesehen vom Jutesack und den Ketten bzw. Beißzylindern kein Material zur Verfügung hatten, welches durch „Wühlen“ oder „Scharren“ bewegt werden konnte, werden entsprechende Verhaltensweisen, die gegen den leeren Boden, die Buchteneinrichtung oder in die Luft gerichtet waren, im Ethogramm mit dem Zusatz „(Pseudo)“ bezeichnet. Der Einfachheit halber wird aber im weiteren Text nur von „Scharren“ oder „Wühlen“ gesprochen. Die häufigsten gegen den Jutesack gerichteten Verhaltensweisen sind unten abgebildet (*Abb. 8-11*). Die Definitionen der Verhaltensweisen sind auf den folgenden Seiten zu finden.

4.4.1 Ethogramm – „Nestbauverhalten“: dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweisen

(Pseudo)Wühlen: Vor- und Zurückbewegen des Rüssels über den oder am leeren Boden

(Pseudo)Wühlen im Liegen: Vor- und Zurückbewegen des Rüssels im Liegen und ohne Objekt, d.h. in die Luft gerichtet

Drücken: Mit dem Rüssel wird die Einrichtung berührt bzw. gegen sie gestoßen bzw. der Rüssel wird nach oben gegen eine Stange gedrückt.

Trog(pseudo)wühlen: Vor- und Zurückbewegen des Rüssels am Trog (Vor- und Zurückbewegen des Rüssels im Trog wurde dem Verhalten „Nahrungsaufnahme“ zugeordnet.)

Sack tasten: Der Jutesack wird mit dem Rüssel leicht berührt und dadurch nicht oder nur leicht in Bewegung versetzt (eindimensionale Berührung).

Sack drücken: Der Jutesack wird kräftig mit dem Rüssel gestoßen und dadurch deutlich in Bewegung versetzt (zweidimensionale Bewegung). (Abb. 8)

Sack bewegen: der Jutesack wird durch wühlende Bewegungen mit dem Kopf in Bewegung versetzt (dreidimensionale Bewegung). (Abb. 9)

Beißen: Ein Gegenstand (z.B. Stange, Beschäftigungsmaterial, nicht Trog oder Jutesack, *siehe unten*) wird mit dem Maul erfasst.

Trogbeißen: Der Trogrand wird mit dem Maul erfasst. Evtl. wird darauf herumgekaut oder das Maul wird den Trogrand entlang hin- und hergeschoben.

Sack beißen: Der Jutesack wird mit dem Maul erfasst. Evtl. wird darauf herumgekaut. (Abb. 10)

Sack zerren: Der Jutesack wird mit dem Maul erfasst, der Kopf wird bewegt, wodurch der Stoff gespannt wird. (Abb. 11)

(Pseudo)Scharren: Der leere Boden wird mit einem Vorderbein manipuliert.

(Pseudo)Scharren im Liegen: Scharrende Bewegungen mit einem Vorderbein im Liegen und ohne Objekt, d.h. in die Luft gerichtet

Trog(pseudo)scharren: Sau macht gegen den Trog gerichtete scharrende Bewegungen mit einem Vorderbein.

Sack scharren: Der hängende Jutesack wird mit einem Vorderbein in Bewegung versetzt.



Abbildung 8: Verhaltensweise „Sack drücken“



Abbildung 9: Verhaltensweise „Sack bewegen“



Abbildung 10: Verhaltensweise „Sack beißen“



Abbildung 11: Verhaltensweise „Sack zerrren“

In den *Tabellen 3 und 4* sind die Verhaltensweisen nach Verhaltensobjekt („Bucht“, „Jutesack“) und nach Art des Verhaltens („Wühlen“, „Beißen“, „Scharren“) angeordnet. Die Summe aller dem Nestbau zugeordneter Verhaltensweisen wird auch als „Nestbauverhalten“ bezeichnet (*siehe Kapitel 4.6*).

Tabelle 3: Zusammenfassung des „Nestbauverhaltens“ nach Objekt des Verhaltens

Beobachtete Verhaltensweise	Zusammenfassung nach Verhaltensobjekt
(Pseudo)Wühlen	Gegen die Bucht gerichtete Verhaltensweisen
(Pseudo)Wühlen im Liegen	
Drücken	
Trog(pseudo)wühlen	
Beißen	
Trog beißen	
(Pseudo)Scharren	
(Pseudo)Scharren im Liegen	
Trog(pseudo)scharren	
Sack tasten	Gegen den Jutesack gerichtete Verhaltensweisen
Sack drücken	
Sack bewegen	
Sack beißen	
Sack zerren	
Sack scharren	

Tabelle 4: Zusammenfassung und Unterteilung des „Nestbauverhaltens“ nach Art und Objekt des Verhaltens

Beobachtete Verhaltensweise	Zusammenfassung nach Art des Verhaltens	Unterteilung nach Verhaltensobjekt
(Pseudo)Wühlen	Wühlen	Bucht wühlen
(Pseudo)Wühlen im Liegen		
Drücken		
Trog(pseudo)wühlen		
Sack tasten		Sack wühlen
Sack drücken		
Sack bewegen		
Beißen	Beißen	Bucht beißen
Trog beißen		
Sack beißen		Sack beißen
Sack zerren		
(Pseudo)Scharren	Scharren	Bucht scharren
(Pseudo)Scharren im Liegen		
Trog(pseudo)scharren		
Sack scharren		Sack scharren

4.4.2 Ethogramm – weiteres, nicht dem Nestbau zugeordnetes Verhalten

Nahrungsaufnahme: Beginnt damit, dass Sau sich über den Trog bzw. die Tränke beugt, dauert, solange sich der Kopf über Trog bzw. Tränke befindet und endet erst, wenn der Kopf vom Trog bzw. der Tränke weg bewegt wird. Bis dann wird sämtliches Wühlen, Beißen und Drücken am oder über dem Trog bzw. der Tränke als zum Nahrungsaufnahmeverhalten zugehörig gewertet.

4.4.3 Ethogramm – Positionen

Sitzen: Hinterbeine sind gebeugt, Vorderbeine gestreckt, Hinterbeine, Gesäß, die Hinterbeine und zumindest ein Vorderbein haben Bodenkontakt.

Stehen: Alle Gliedmaßen sind gestreckt, zumindest drei Beine berühren den Boden, der restliche Körper ist erhoben.

Vorbeuge: Hinterbeine sind gestreckt, Vorderbeine gebeugt, der Körper dadurch nach vorne geneigt.

Bauchlage: Sau liegt am Bauch, Beine sind nicht oder nur teilweise sichtbar, Kopf kann ebenfalls am Boden liegen oder angehoben sein und auch bewegt werden.

Seitlich liegen rechts: Sau liegt auf der rechten Körperseite. Mindestens ein Bein ist auf der linken Körperseite zu sehen.

Seitlich liegen links: Sau liegt auf der linken Körperseite. Mindestens ein Bein ist auf der rechten Körperseite zu sehen.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Positionen bei der Datenaufbereitung

Beobachtete Position	Zusammenfassung der Positionen
Sitzen	Sitzen
Stehen	Stehen
Vorbeuge	
Bauchlage	Bauchlage
Seitlich liegen rechts	Seitlich liegen
Seitlich liegen links	

4.5 Videoauswertung

Die Videos wurden in zufälliger Reihenfolge mit dem Programm Mangold INTERACT (Versionen 17.1.1.0 bis 18.1) beobachtet. Das Verhalten der 23 Sauen wurde jeweils 12 Stunden lang bis zur Geburt des ersten Ferkels kontinuierlich beobachtet.

Wenn die Sau stand, saß oder sich vorbeugte und wenn sie dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweisen zeigte, wurde das Video in Echtzeit abgespielt. Wenn sie sich in einer Liegeposition befand und nicht bewegte, oder wenn sie das Verhalten „Nahrungsaufnahme“ zeigte, wurde das Video in max. 5-facher Geschwindigkeit vorgespielt, bis eine andere Position eingenommen bzw. eine (andere) Verhaltensweise gezeigt wurde.

Jeder Verhaltensweise und Position wurde ein Buchstaben- bzw. Zifferncode zugeordnet, sodass diese jeweils mit dem Drücken einer einzelnen Taste auf der Computertastatur erfasst werden konnten. Die Erfassung der Dauer eines Verhaltens oder einer Position begann mit dem Drücken der betreffenden Taste und endete mit dem wiederholten Drücken bzw. mit der Erfassung einer anderen Verhaltensweise oder Position. Dabei wurde das Programm so eingestellt, dass sich jeweils Verhaltensweisen und Positionen gegenseitig ausschlossen, nicht aber Verhaltensweisen und Positionen gegenseitig. In der gleichen Position (z.B. Stehen) konnten mehrere Verhaltensweisen hintereinander (z.B. Sack beißen, Trog beißen) erfasst werden. Umgekehrt waren Positionsänderungen möglich, während das Verhalten gleich blieb.

Um eine Beeinflussung (observer bias) auszuschließen, waren bis zum Abschluss aller Beobachtungen die Ergebnisse der Beurteilungen des Zustandes der Jutesäcke unbekannt.

4.6 Datenaufbereitung

Die im Zuge der Videoauswertung gewonnenen Aufzeichnungen über Häufigkeit und Dauer der Verhaltensweisen und Positionen wurden in MS Excel-Tabellen exportiert und dort weiter bearbeitet. Die Dauer gleicher Verhaltensweisen und Positionen, die weniger als eine Sekunde Abstand zueinander hatten, wurde zusammengerechnet. Sämtliche Verhaltensweisen und Positionen, die weniger als eine Sekunde dauerten, wurden eliminiert.

Die Dauer der 15 dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen wurde nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefasst. Zum einen wurden die Dauer aller gegen den Jutesack gerichteter Verhaltensweisen bzw. gegen die Bucht gerichteter Verhaltensweisen zusammengerechnet (*Tab. 3*), zum anderen die Dauer aller „wühlenden“, „beißenden“ bzw. „scharrenden“ Verhaltensweisen und schließlich die Dauer jeweils gegen den „Jutesack“ bzw. die „Bucht“ gerichteten „Wühlens“, „Beißens“ bzw. „Scharrens“ (*Tab. 4*). Die Summe der Dauer aller dem Nestbau zugeordneter Verhaltensweisen einer Sau wird als gesamtes „Nestbauverhalten“ zusammengefasst. Die Dauer der in den sechs Positionen verbrachten Zeit wurde in Anlehnung an Illmann et al. (2016) als Dauer der im Stehen, Sitzen, Seitlich liegen und in Bauchlage verbrachten Zeit zusammengefasst (*Tab. 5*).

Um einen möglichst balancierten Datensatz zu generieren, wurde der Faktor „Wurfzahl“ für die statistische Auswertung in drei Klassen zusammengefasst: 1.: erster Wurf; 2.: zweiter und dritter Wurf; 3.: vierter und mehr Würfe. Als Parameter der Reproduktionsleistung wurden sowohl die absoluten Zahlen tot geborener und erdrückter Ferkel als auch deren Anteile an den Zahlen gesamt bzw. lebend geborener Ferkel definiert.

4.7 Reproduzierbarkeit der Beobachtungsergebnisse

Die Reproduzierbarkeit der Beobachtungsergebnisse (Intra-Observer-Reliability) wurde getestet, indem von den ersten zehn ausgewerteten Videos die Stunde mit der höchsten Aktivität (welche anhand der grafischen Darstellung im Programm Mangold INTERACT ausgewählt wurde, *Abb. 1, siehe Anhang*) ein zweites Mal ausgewertet wurde. Dann wurden die Häufigkeit und Dauer der einzelnen zusammengefassten Verhaltensweisen berechnet. Zur Bewertung der Höhe der Rang-Korrelationen der beiden Beobachtungen wurden Nachtigall und Wirtz (2004) herangezogen, laut denen Korrelationen bis 0,5 als gering, von 0,5 bis 0,7 als moderat und über 0,7 als hoch zu bewerten sind.

4.8 Statistische Methoden

Um die **erste Fragestellung** – Verhaltensunterschiede der Sauen – zu beantworten, wurde zunächst das Verhalten deskriptiv ausgewertet und grafisch dargestellt. Es wurden Zusammenhänge der Verhaltensweisen und Positionen unter- und miteinander berechnet und untersucht, ob die Verhaltensunterschiede durch den Betrieb, die Rasse bzw. die Wurfzahl oder andere Faktoren bedingt sind.

Zur Beantwortung der **zweiten** – Zusammenhang des Jutesackscores mit dem Verhalten – und **dritten Fragestellung** – Zusammenhängen des Jutesackscores und des Verhaltens mit der Reproduktionsleistung – wurden zunächst Zusammenhänge des Verhaltens der Sauen bzw. ihrer Reproduktionsdaten mit den Jutesackscores berechnet. Anschließend wurde untersucht, ob die unterschiedlichen Scores bzw. Reproduktionsleistungen der Sauen durch den Betrieb, die Rasse bzw. die Wurfzahl oder durch andere Faktoren bedingt sind.

Für die statistischen Auswertungen wurde IBM SPSS 24.0 verwendet. Grafiken wurden mit Excel erstellt.

4.8.1 Deskriptive Auswertung

Die Berechnung von Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum des Verhaltens der 23 Sauen erfolgte für alle dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen zusammen (also für die Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“), für die Summe der Dauer der Verhaltensweisen getrennt nach Verhaltensobjekt („Bucht“ bzw. „Jutesack“), nach Art des Verhaltens („Wühlen“, „Beißen“, „Scharren“) sowie für Wühlen, Scharren bzw. Beißen jeweils getrennt nach Jutesack und Bucht. Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum wurden auch für die zusammengefassten Positionen (Dauer der im Sitzen, Stehen, in Bauch- und Seitenlage verbrachten Zeit) sowie für die Zahl an Positionswechseln berechnet. Für jede Sau wurde ein Diagramm erstellt, in dem ihr Verhalten in den 12 Stunden vor der Geburt stundenweise kumuliert dargestellt wird. Der Zeitpunkt der Geburt bzw. die Sichtung des ersten Ferkels wurde dafür als Zeitpunkt 0 definiert.

4.8.2 Korrelationsrechnung

Es wurden Spearman-Rang-Korrelationen für die Dauer der Positionen und der (auf unterschiedliche Weise zusammengefassten) Verhaltensweisen, der Stunde mit der höchsten Verhaltensaktivität, dem Zeitpunkt der letzten Verhaltensweise und des letzten Positionswechsels vor der Geburt, die Anzahl der Positionswechsel, die Jutesackbeurteilung und die Reproduktionsdaten (absolute Zahl tot geborener und erdrückter Ferkel sowie deren Anteil an den gesamt bzw. lebend geborenen Ferkel) mit- und untereinander berechnet.

Um die statistische Signifikanz der Ergebnisse nicht zu überschätzen, wurden bei den Korrelationsrechnungen Korrekturen des Signifikanzniveaus nach Bonferroni durchgeführt. Bei der Berechnung der Rang-Korrelationen der Verhaltensweisen untereinander wurde das

Signifikanzniveau $\alpha=0,05$ durch die Anzahl der möglichen Kombinationen dividiert. Bei Berechnung der Korrelationen des Jutesackscores, des gesamten „Nestbauverhaltens“ oder der Reproduktionsdaten mit den zusammengefassten Positionen wurde das Signifikanzniveau durch vier dividiert (bzw. bei Einbeziehung der Position „Vorbeuge“ durch fünf). Bei der Berechnung der Korrelationen des Jutesackscores oder der Reproduktionsdaten mit den Verhaltensweisen jeweils durch deren Anzahl je nach Ebene der Zusammenfassung (durch zwei bei der Zusammenfassung der Verhaltensweisen nach Objekt, durch drei bei der Zusammenfassung nach Art des Verhaltens und durch sechs bei der Zusammenfassung nach Objekt und Art des Verhaltens, *siehe Tab. 3 und 4*).

4.8.3 Lineare Modelle

Um das Verhalten, die Jutesackscores und die Reproduktionsdaten zu erklären, wurden verschiedene lineare Modelle (Restricted-Maximum-Likelihood-Schätzung, REML) berechnet. Betrieb, Rasse und Wurfzahlklasse wurden dabei in jedem Modell als fixe Effekte berücksichtigt. Zunächst wurde die Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“ als abhängige Variable in das Modell genommen.

In weiteren Modellen war der Jutesackscore die abhängige Variable. Zunächst wurde zusätzlich zu den Effekten Betrieb, Rasse und Wurfzahlklasse die Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“ als Kovariable berücksichtigt. Dann wurden die Dauer aller gegen den Jutesack sowie gegen die Bucht gerichteten Verhaltensweisen als Kovariablen in das Modell genommen, anschließend die Gesamtdauer der drei Arten des Verhaltens („Wühlen“, „Beißen“, „Scharren“) und schließlich deren Ausprägung getrennt nach „Bucht“ bzw. „Jutesack“.

Um zu testen, ob Unterschiede in der reproduktiven Leistung auf das Verhalten der Sauen oder andere Effekte zurückzuführen sind, wurden die absolute Zahl tot geborener und erdrückter Ferkel sowie deren Anteil an den gesamt bzw. lebend geborenen Ferkel als abhängige Variablen berücksichtigt und die Dauer bzw. Häufigkeit jenes Verhaltens als Kovariable ins Modell aufgenommen, das eine statistisch signifikante und zumindest moderate Rang-Korrelation mit diesen Reproduktionsdaten hatte.

Auch bei den Modellrechnungen wurden Korrekturen des Signifikanzniveaus nach Bonferroni durchgeführt, um die statistische Signifikanz der Ergebnisse nicht zu

überschätzen. Das Signifikanzniveau $\alpha=0,05$ wurde jeweils durch die Anzahl der Modelle dividiert, die mit der jeweiligen abhängigen Variable gerechnet wurden. Beispielsweise wurde bei den vier linearen Modellen mit dem Jutesackscore als abhängiger Variable das Signifikanzniveau auf $\alpha=0,0125$ reduziert.

4.8.4 Ergebnisdarstellung

Die Spearman-Rang-Korrelationen werden nach Nachtigall und Wirtz (2004) bis 0,5 als gering, von 0,5 bis 0,7 als moderat und über 0,7 als hoch bezeichnet. Bei der Darstellung der Ergebnisse der Korrelationsrechnungen wird von „Rang-Korrelationskoeffizienten“ oder „Rang-Korrelationen“ gesprochen, im Text aber der besseren Lesbarkeit halber teilweise auch einfach von „korrelieren“.

Als Signifikanzgrenze wurde $\alpha=0,05$ definiert, bzw. ein entsprechend korrigierter Wert (siehe 4.8.2 und 4.8.3). Von statistischer Signifikanz wird bei Ergebnissen gesprochen, die mit einer maximalen Wahrscheinlichkeit von α rein zufällig zustande kommen könnten.

5. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse der Tests zur Beobachter*innen-Übereinstimmung bei der Vergabe der Jutesackscores und dann die Beurteilungen der Jutesäcke durch die Züchter*innen präsentiert. Anschließend werden die Ergebnisse des Tests auf Übereinstimmung der Beobachtung bei der Video-Auswertung dargestellt. In den drei weiteren Unterkapiteln werden der Reihe nach die Ergebnisse zur Beantwortung der drei Fragestellungen dargestellt.

5.1 Beobachter*innen-Übereinstimmung bei der Jutesack-Beurteilung

Der Vergleich der Beurteilung des Zustandes der Jutesäcke durch die 15 Personen mit den Silberstandard-Beurteilungen (inter-observer-reliability) ergab einen durchschnittlichen gewichteten Kappa-Koeffizienten von 0,71 (Standardabweichung: 0,10, Minimum: 0,59, Maximum: 0,86). Das Beurteilungsschema erscheint daher eindeutig und die Beurteilungskategorien klar abgegrenzt. Der durchschnittliche Kappa-Koeffizient des Silberstandards mit der Beurteilung durch die ZüchterInnen betrug 0,97, nur ein einziger Sack wurde unterschiedlich beurteilt (Pfeiffer et al., 2019a).

5.2 Beurteilung der Jutesäcke durch die Züchter*innen

Von den insgesamt 23 Jutesäcken wurden acht mit Score 1, zehn mit Score 2, drei mit Score 3 und zwei mit Score 4 beurteilt. Das entspricht einer durchschnittlichen Beurteilung mit Score 2 (Standardabweichung 0,9). Mit Score 4 wurden nur Jutesäcke auf Betrieb 2 beurteilt, mit Score 3 Jutesäcke auf beiden Betrieben (*Siehe Tabelle 13, Kapitel 5.5.1*).

5.3 Beobachtungs-Übereinstimmung der Video-Auswertung

Die Rang-Korrelationen der wiederholten Beobachtungen des vorgeburtlichen Verhaltens von zehn Sauen (intra-observer-reliability) variierten von $r=0,51$ (Häufigkeit von „Bucht scharren“) bis $r=0,98$ (Dauer von „Sack wühlen“). Abgesehen von der Rang-Korrelationen der zweimaligen Auswertung der Dauern von „Bucht scharren“ ($r=0,58$) und „Sack scharren“ ($r=0,61$) lagen dabei alle Rang-Korrelationen für die Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen über $r=0,90$ („Bucht beißen“: $r=0,95$; „Bucht wühlen“: $r=0,91$; „Sack beißen“: $r=0,97$; „Sack wühlen“: $r=0,99$). Die Rang-Korrelation

für die Häufigkeit der Verhaltensweisen war, abgesehen von „Sack scharren“ ($r=0,73$) immer niedriger als jene ihrer Dauer.

5.4 Verhaltensunterschiede der Sauen

5.4.1 Deskriptive Auswertung der Verhaltensweisen

Insgesamt wurden über alle 23 Sauen hinweg 33.222 dem Nestbau zugeordnete Einzelverhaltensweisen erfasst. *Tabelle 6* ist die durchschnittliche summierte Dauer dieser

Tabelle 6: Deskriptive Darstellung der **Summe aller** gegen Bucht und Jutesack gerichteten beißenden, scharrenden und wühlenden dem Nestbau zugeordneten **Verhaltensweisen** (Dauer in Minuten pro Sau)

	Sauen- Anzahl	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Alle Sauen	23	93,5	54,2	21,1	204,1
Betrieb 1	7	89,4	78,9	21,1	204,1
Betrieb 2	16	95,2	42,4	34,7	179,7
Edelschweine	11	84,0	57,6	21,1	185,6
Kreuzungssauen	12	102,1	51,8	23,4	204,1
Edelschweine auf Betrieb 1	3	78,0	93,3	21,1	185,6
Edelschweine auf Betrieb 2	8	86,3	47,2	34,7	179,7
Kreuzungssauen auf Betrieb 1	4	98,0	80,1	23,4	204,1
Kreuzungssauen auf Betrieb 2	8	104,1	38,1	58,9	179,2

Verhaltensweisen für alle Sauen sowie je Betrieb, Rasse und Betrieb*Rasse zu entnehmen.

Im Mittel verbrachten die Sauen in einem Zeitraum von zwölf Stunden rund 13% der Zeit (also durchschnittlich 93,5 von 720 Minuten) mit dem Nestbauverhalten zugeordneten Verhaltensweisen. Die Sauen auf Betrieb 2, Kreuzungssauen insgesamt, sowie insbesondere die Kreuzungssauen auf Betrieb 2 zeigten hierbei numerisch jeweils mehr Aktivität als die anderen Sauen. Es gab zwischen den Sauen große Differenzen von maximaler und minimaler

Aktivität und hohe Standardabweichungen. Auf Betrieb 1 sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Sauen bei beiden Rassen größer als auf Betrieb 2.

Tabelle 13 (siehe 5.5.1) gibt einen Überblick über das Verhalten der 23 einzelnen Sauen - die Dauer (in Minuten) ihres „Nestbauverhaltens“, gesamt und nach Objekt und Art des Verhaltens geordnet, in den 12 Stunden ante partum. Daraus ist zu entnehmen, dass vier Sauen für ca. 0,5 Stunden dem Nestbau zugeordnetes Verhalten zeigten, neun Sauen ca. 1,0 bis 1,5, sechs Sauen etwa 2,0 und vier Sauen sogar 3,0 Stunden „Nestbauverhalten“. Am kürzesten zeigte Sau 4 dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweisen, nämlich nur 21 Minuten, am längsten Sau 2, fast 3,5 Stunden. Beide Sauen befanden sich auf demselben Betrieb.

Werden die Verhaltensweisen nach dem Objekt, gegen welches das Verhalten gerichtet ist, zusammengefasst, zeigt sich, dass die 23 Sauen ihr Verhalten innerhalb der beobachteten zwölf Stunden im Durchschnitt weniger gegen die Bucht als gegen den Jutesack richteten, nämlich für 38 gegenüber 55 Minuten. 17 der 23 Sauen beobachteten Sauen verbrachten gleich viel oder mehr Zeit mit gegen den Jutesack gerichteten als mit gegen die Bucht gerichteten Verhaltensweisen. Neun der Sauen richteten ihr „Nestbauverhalten“ mehr als doppelt und vier Sauen mehr als viermal länger gegen den Sack als gegen die Bucht. Diese und weitere Werte (Standardabweichung, Minimum und Maximum) für alle Sauen gemeinsam sowie getrennt nach Betrieb, Rasse und Betrieb*Rasse sind den *Tabellen II und III im Anhang* zu entnehmen.

Die *Tabellen IV-VI* zeigen die durchschnittliche Dauer in Minuten sowie Standardabweichung, Minimum und Maximum der nach Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen. Daraus ist ersichtlich, dass die Sauen fast doppelt so viel wühlten wie bissen und kaum scharrten. Dieses Bild zeigte sich auch, wenn die Sauen getrennt nach Betrieb, Rasse sowie Betrieb*Rasse ausgewertet wurden.

Tabelle 7 zeigt die durchschnittliche Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen (gegen die Bucht oder den Jutesack gerichtete beißende, wühlende oder scharrende Verhaltensweisen). Von den insgesamt während der zwölf Stunden ante partum gezeigten Verhaltensweisen verbrachten die Sauen die meiste Zeit mit „Jutesack wühlen“, „Bucht wühlen“ und „Bucht beißen“.

Tabelle 7: Deskriptive Auswertung aller nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten dem Nestbau zugeordneten **Verhaltensweisen** (Dauer in Minuten pro Sau)

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Bucht beißen	8,2	7,9	0,6	32,8
Bucht wühlen	25,6	19,2	2,5	75,0
Bucht scharren	4,2	5,2	0,1	23,5
Jutesack beißen	19,8	19,3	0,1	72,5
Jutesack wühlen	34,8	24,5	1,1	93,6
Jutesack scharren	0,9	1,3	0,0	4,8

Auch hier gab es sowohl hohe Standardabweichungen als auch große Differenzen von maximaler und minimaler Aktivität zwischen den Sauen. „Beißen“ und „Wühlen“ wurden um 141% bzw. 36% länger gegen den Sack als gegen die Bucht gerichtet. „Scharren“ wurde insgesamt selten gezeigt, besonders selten scharrten die Sauen gegen den Jutesack. Die durchschnittliche Dauer gegen die Bucht gerichteter scharrender Bewegungen ist um 367% höher als jene der gegen den Sack gerichteten scharrenden Bewegungen.

Nicht jede der 15 im Ethogramm definierten Verhaltensweisen wurde von allen Sauen gezeigt. Nur 12 Sauen (52%) zeigten „Trog(pseudo)scharren“, 18 Sauen (78%) „Sack scharren“, 19 Sauen (83%) „Sack zerren“ und 20 Sauen (87%) „(Pseudo)Scharren“. 22 Sauen (96%) zeigten „(Pseudo)Scharren im Liegen“, „Sack bewegen“ und „Trog beißen“. Alle (acht) anderen Verhaltensweisen wurden von allen Sauen – zumindest kurz – gezeigt.

„(Pseudo)Wühlen im Liegen“ wurde von den Sauen durchschnittlich 4,0 Minuten lang gezeigt, mit fast 16,5 Minuten am längsten von Sau 7, mit unter 0,5 Minuten am kürzesten von Sau 12. „(Pseudo)Scharren im Liegen“ wurde von den Sauen durchschnittlich 2,5 Minuten lang gezeigt, mit 9,6 Minuten am längsten von Sau 9, und von Sau 21 gar nicht.

Das als „Nahrungsaufnahmeverhalten“ definierte Verhalten (sämtliches gegen den Trog und die Tränke gerichtetes Verhalten, mit Ausnahme von Trog scharren und Trog beißen) wurde im Durchschnitt 24,6 Minuten lang gezeigt, am längsten von Sau 7 (60,0 Minuten), am kürzesten von Sau 8 (1,4 Minuten).

5.4.2 Deskriptive Auswertung der Positionen

Insgesamt wurden bei den 23 Sauen 5.891 Positionen (nach Zusammenfassung zu Sitzen, Stehen, Bauch- und Seitenlage) erfasst. *Tabelle 8* zeigt die durchschnittliche Dauer der stehend, sitzend, in Bauchlage oder seitlich liegend verbrachten Zeit, sowie deren Standardabweichungen, Minima und Maxima. Wie bei den Verhaltensweisen zeigte sich auch bei den Positionen eine große Variation zwischen den einzelnen Sauen.

Tabelle 8: Verweildauer in den vier zusammengefassten Positionen (Minuten pro Sau)

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Sitzen	118,7	76,2	30,1	306,9
Stehen	93,0	66,6	4,9	209,1
Bauchlage	164,9	81,2	18,3	280,6
Seitenlage	342,8	123,0	119,7	641,2

In *Tabelle VII (siehe Anhang)* sind die Dauer der in den vier zusammengefassten Positionen verbrachten Zeit (in Minuten), sowie die Anzahl der Positionswechsel und die Information, auf welchem Betrieb sich die Sauen befanden, enthalten. Die durchschnittliche Zahl an Positionswechseln der Sauen sowie deren Standardabweichungen, Minima und Maxima ist *Tabelle 9* zu entnehmen, sowohl für alle Sauen als auch getrennt nach Betrieb, Rasse und Betrieb*Rasse. Edelschweine zeigten auf beiden Betrieben mehr Positionswechsel als Kreuzungssauen, aber auf Betrieb 1 ist der Unterschied deutlicher.

Die Position „Vorbeuge“ wurde bei der weiteren Auswertung mit „Stehen“ zusammengefasst. Die Position der Sauen wurde im Durchschnitt 24 Mal als Vorbeuge gewertet und durchschnittlich 6,5 Minuten lang gehalten. Wie bei „Liegend wühlen“ und „Nahrungsaufnahme“ zeigte sich Sau 7 auch hier als am aktivsten: Ihre Position wurde 102 Mal als Vorbeuge definiert und diese Position von ihr insgesamt 32,0 Minuten lang gehalten. Nie beobachtet wurde diese Position bei den Sauen 4, 9 und 18.

Tabelle 9: Deskriptive Auswertung der Anzahl aller Positionswechsel

	Sauen- Anzahl	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Alle Sauen	23	256	117	86	479
Betrieb 1	7	231	137	86	479
Betrieb 2	16	267	110	107	470
Edelschweine	11	287	125	168	479
Kreuzungssauen	12	228	107	86	415
Edelschweine auf Betrieb 1	3	301	154	203	479
Edelschweine auf Betrieb 2	8	281	124	168	470
Kreuzungssauen auf Betrieb 1	4	178	113	86	342
Kreuzungssauen auf Betrieb 2	8	253	102	107	415

5.4.3 Grafische Darstellung des Verhaltens der Sauen

Nachstehende Abbildungen zeigen die auf Stundenebene kumulierte Dauer (Minuten pro Stunde -12 bis -1) der nach Objekt (Bucht bzw. Jutesack) und Art des Verhaltens (Beißen, Scharren, Wühlen) zusammengefassten Verhaltensweisen innerhalb der zwölf Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels von sechs der Sauen. Außerdem werden im oberen Bereich der Graphiken jeweils die Positionen der Sauen in dieser Zeit dargestellt (wobei Seiten- und Bauchlage zu „Liegen“ zusammengefasst sind). Es wurde versucht, möglichst unterschiedlich erscheinende Verläufe des vorgeburtlichen Verhaltens auszuwählen und darzustellen (unterschiedliche Verhältnisse der Verhaltensweisen, Gesamtdauer und zeitliche Verläufe des „Nestbauverhaltens“). Im Anhang (*Abb. II-XXIV*) sind die nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen ante partum von allen 23 Sauen dargestellt.

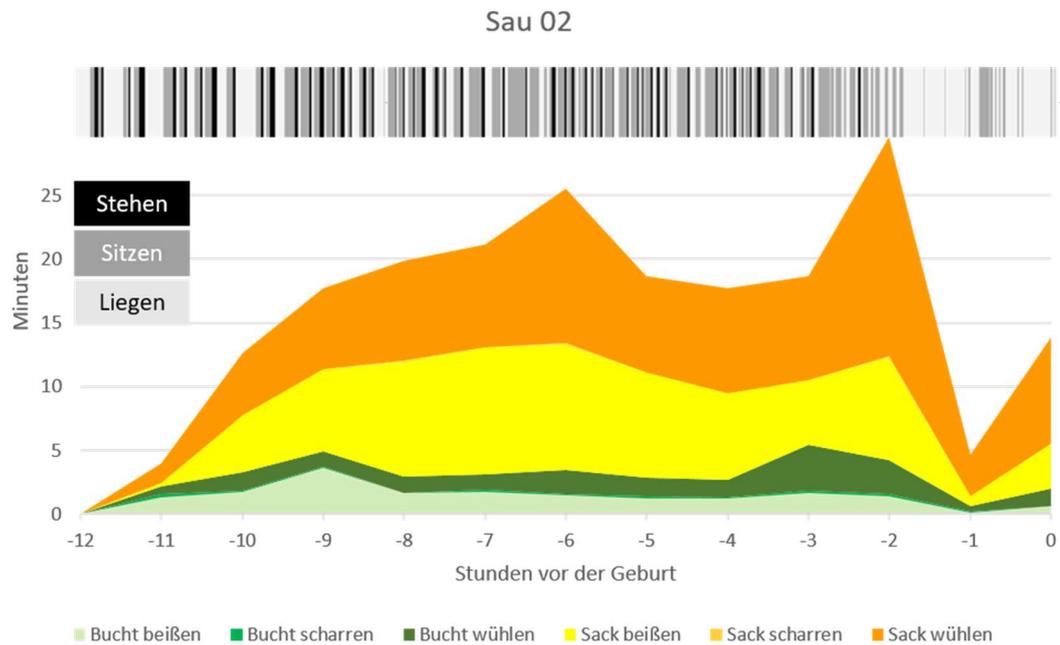


Abbildung 13: Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen (in Minuten pro Stunde) und Positionen während der zwölf Stunden ante partum von Sau 2: Betrieb 1, Rasse F1, Wurf 3, *Jutesackscore* 3

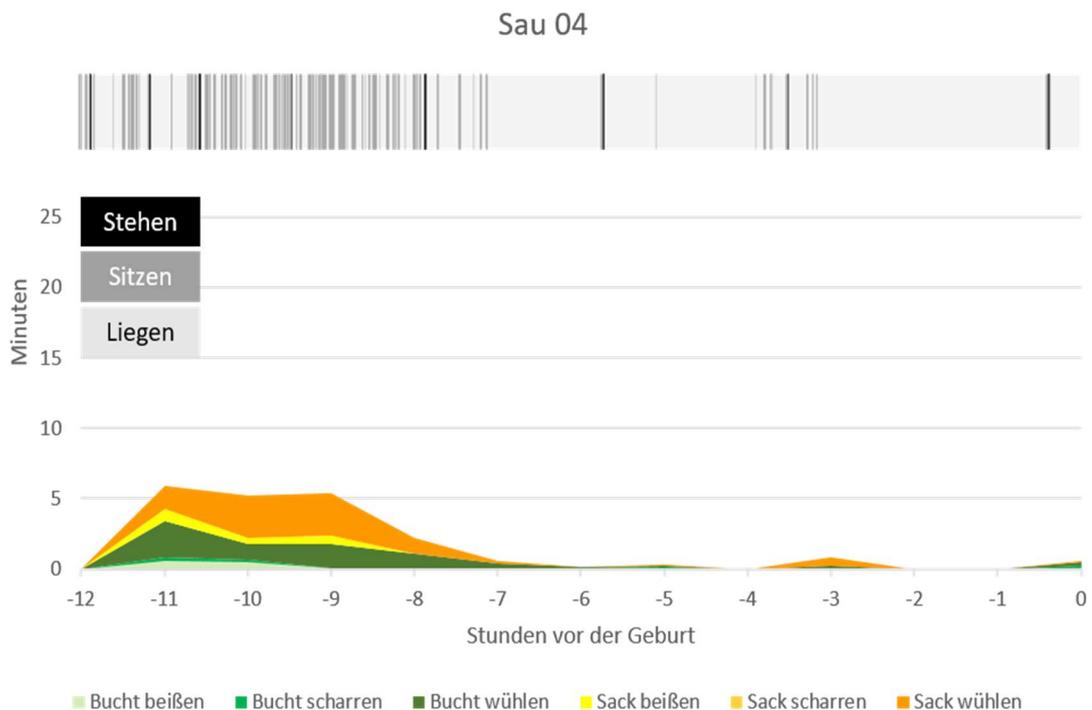


Abbildung 14: Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen (in Minuten pro Stunde) und Positionen während der zwölf Stunden ante partum von Sau 4: Betrieb 1, Rasse ES, Wurf 8, *Jutesackscore* 2

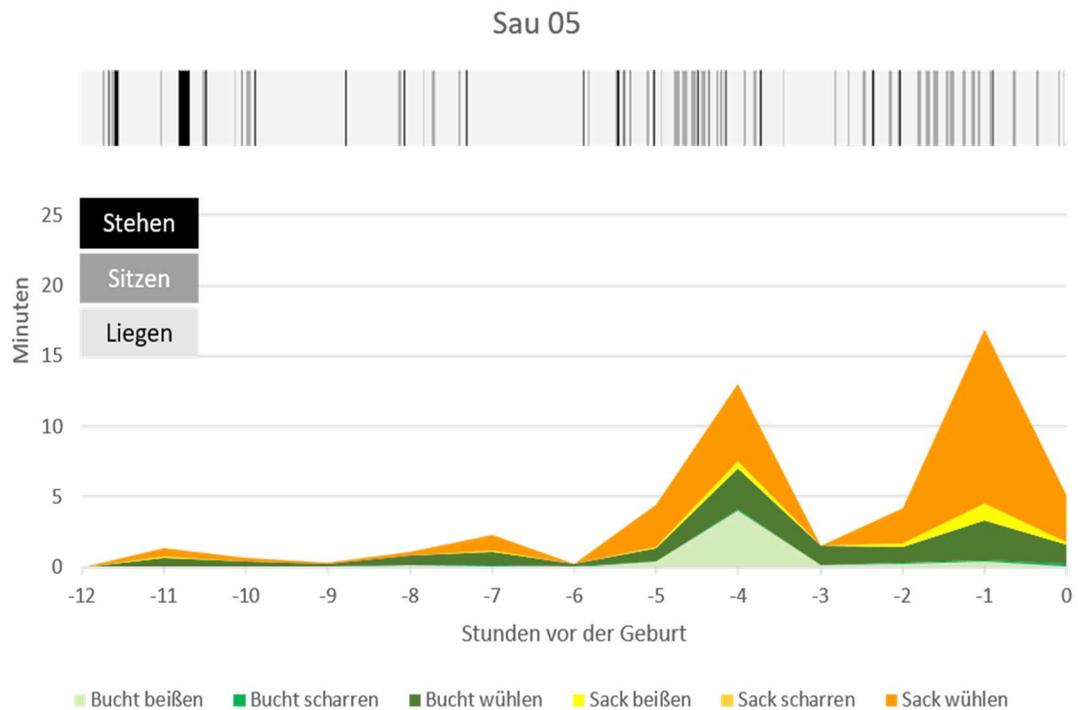


Abbildung 15: Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten **Verhaltensweisen** (in Minuten pro Stunde) **und Positionen** während der zwölf Stunden ante partum **von Sau 5: Betrieb 1, Rasse F1, Wurf 9, Jutesackscore 1**

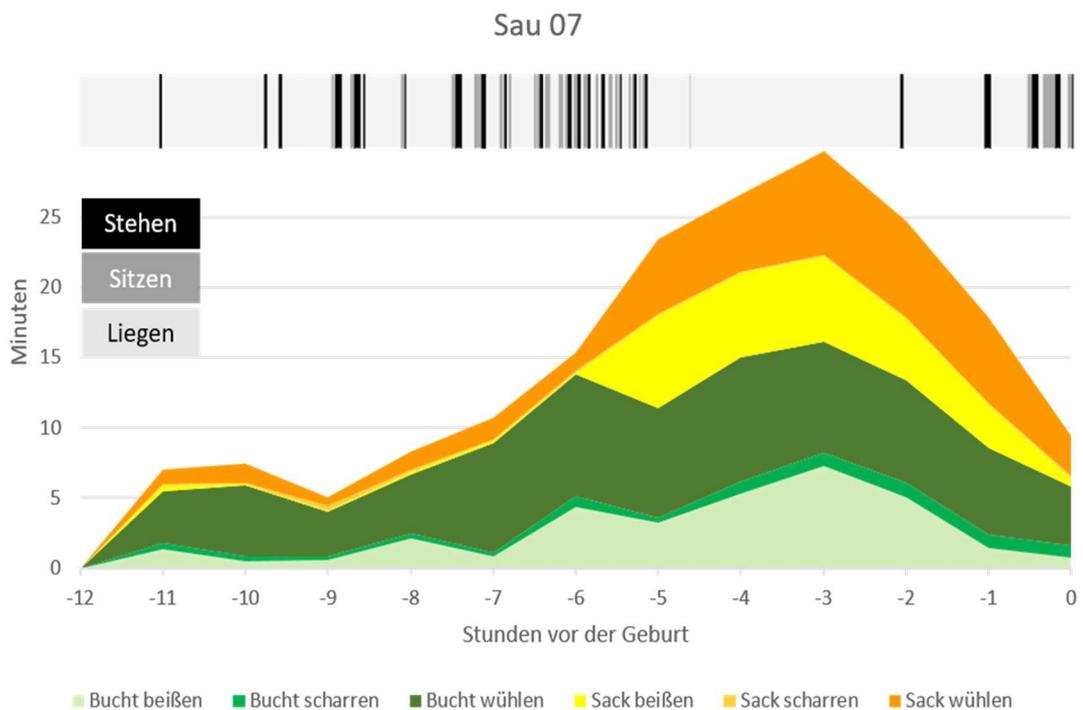


Abbildung 16: Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten **Verhaltensweisen** (in Minuten pro Stunde) **und Positionen** während der zwölf Stunden ante partum **von Sau 7: Betrieb 1, Rasse ES, Wurf 3, Jutesackscore 2**

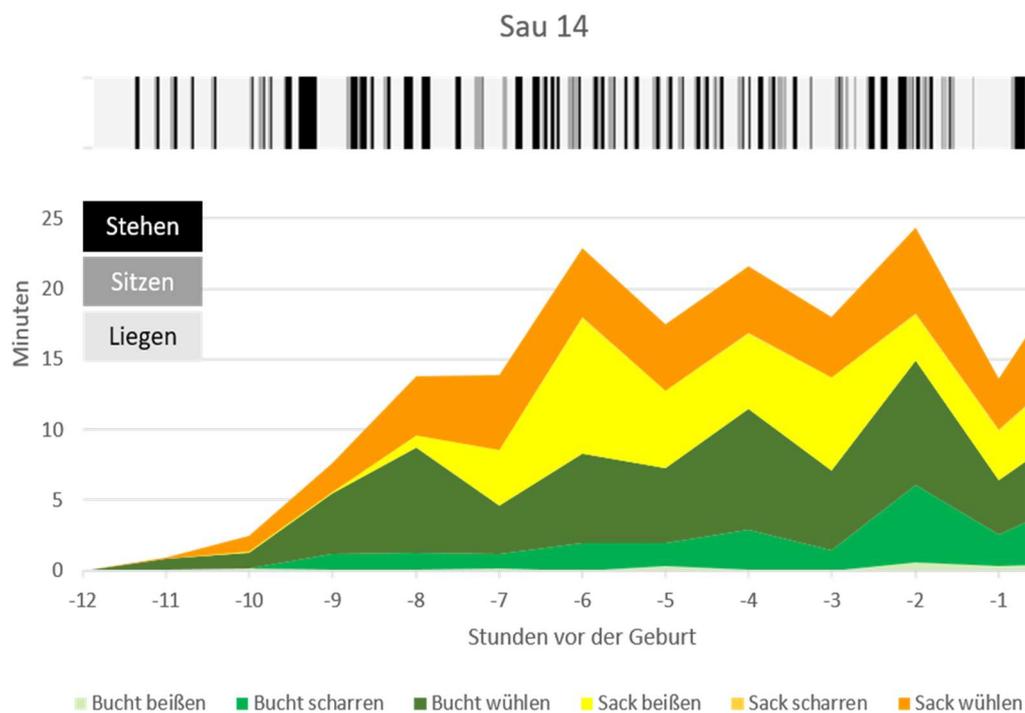


Abbildung 17: Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen (in Minuten pro Stunde) und Positionen während der zwölf Stunden ante partum von Sau 14: Betrieb 2, Rasse ES, Wurf 2, Jutesackscore 2

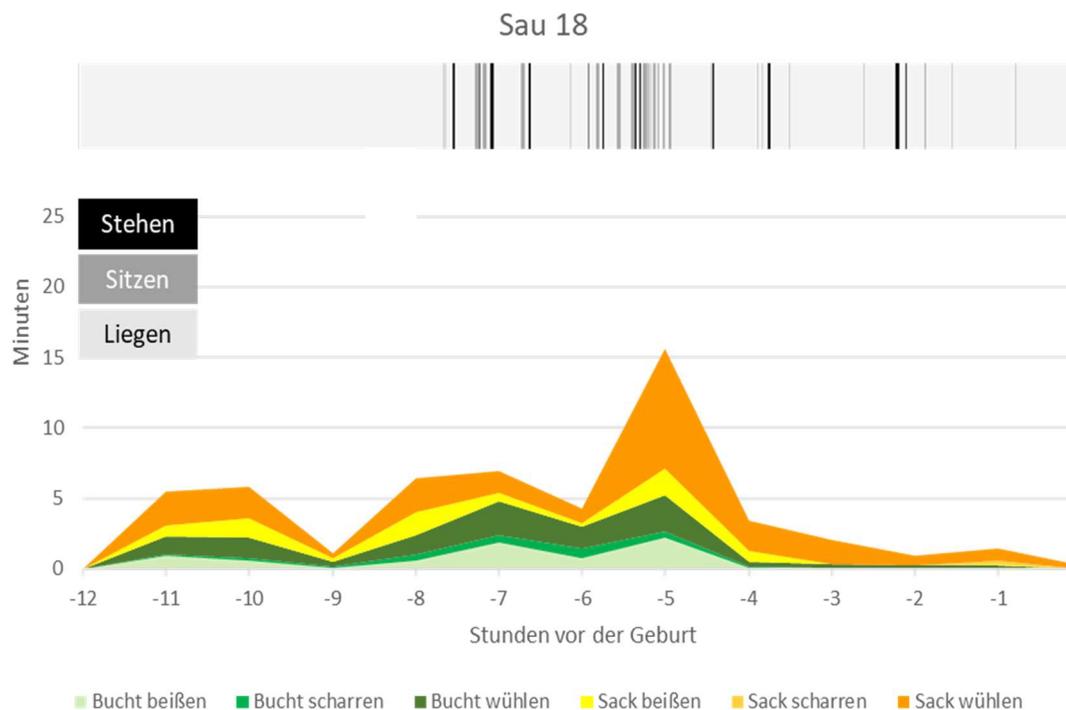


Abbildung 18: Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen (in Minuten pro Stunde) und Positionen während der zwölf Stunden ante partum von Sau 18: Betrieb 2, Rasse ES, Wurf 1, Jutesackscore 2

5.4.4 Zeitlicher Ablauf der Verhaltensweisen

Den Rohdaten ist zu entnehmen, dass die letzten Verhaltensweisen und Positionsänderungen relativ knapp, nämlich durchschnittlich 10 Minuten („Nestbauverhalten“) bzw. 21 Minuten (Positionswechsel) vor der Geburt des ersten Ferkels (= Zeitpunkt 0) gezeigt wurden. Die Schwankungsbreite reicht dabei vom Zeitpunkt 0, zu dem fünf Sauen noch eine dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweise zeigten, bis zu zweieinhalb Stunden vor der Geburt (letzter Positionswechsel einer Sau).

Der aus den Abbildungen (13-18 und II-XXIV) abgeleitete Höhepunkt des Verhaltens, d.h. jene Stunde, in der eine Sau am längsten dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweisen zeigte, schwankte noch stärker, nämlich von der ersten (also Stunde -12 bis -11) bis zur letzten (Stunde -1 bis 0) der 12 Stunden vor der Geburt, im Durchschnitt lag er bei 4,4 Stunden. Die Daten zum zeitlichen Verlauf des vorgeburtlichen „Nestbauverhaltens“ sind *Tabelle I (siehe Anhang)* zu entnehmen.

5.4.5 Zusammenhänge von Verhaltensweisen und Positionen (Rang-Korrelationen)

Die Dauer der gegen die Bucht und gegen den Jutesack gerichteten Verhaltensweisen hatten eine geringe und statistisch nicht signifikante Rang-Korrelation ($r=0,206$, $p=0,374$, $\alpha=0,025$).

Die Rang-Korrelationen der nach Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen (Beißen, Scharren und Wühlen) stellen sich folgendermaßen dar: „Beißen“ und „Wühlen“ korrelierten hoch positiv und statistisch signifikant ($r=0,822$, $p<0,001$, $\alpha=0,0167$), während „Scharren“ mit keiner der beiden anderen zusammengefassten Verhaltensarten eng zusammenhing (Scharren-Beißen: $r=0,136$, $p=0,535$; Scharren-Wühlen: $r=0,061$, $p=0,781$).

In *Tabelle 10* sind die Rang-Korrelationen der Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen (gegen Bucht bzw. Jutesack gerichtetes Beißen, Scharren und Wühlen) dargestellt. Es konnte nur eine statistisch signifikante Korrelationen

($p \leq 0,003$) der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen gefunden werden: Je mehr eine Sau den Sack wühlte, desto mehr biss sie ihn. Die Zeitdauern der Verhaltensweisen mit dem Objekt Jutesack korrelieren enger miteinander als jene mit dem Objekt Bucht, keine weitere dieser Korrelationen ist jedoch statistisch signifikant.

Tabelle 10: Rangkorrelations-Koeffizienten der Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten **Verhaltensweisen**. n=23 Sauen

	Bucht scharren	Bucht wühlen	Jutesack beißen	Jutesack scharren	Jutesack wühlen
Bucht beißen	0,206	0,158	0,266	0,223	0,452
Bucht scharren		0,489	-0,226	0,154	-0,315
Bucht wühlen			0,075	0,044	0,080
Jutesack beißen				0,424	0,924*
Jutesack scharren					0,328

* $p \leq 0,003 = 0,05/15$

In *Tabelle 11* sind die Rangkorrelationen der in den vier zusammengefassten Positionen verbrachten Zeit mit der Summe der Dauer dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen aufgelistet. Daraus ist ersichtlich, dass mit der Gesamtheit dem Nestbau zugeordneter Verhaltensweisen statistisch signifikant und moderat positiv die sitzend ($p=0,006$) oder stehend verbrachte Zeit ($p=0,002$) korrelierte, moderat negativ hingegen die in Seitenlage ($p < 0,001$), aber nicht die in Bauchlage verbrachte Zeit. Auch die geringe positive Korrelation der Anzahl der Positionswechsel mit der Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“ war statistisch signifikant ($r=0,475$, $p=0,022$, $\alpha=0,05$).

Tabelle 11: Rangkorrelations-Koeffizienten der Dauer der in den zusammengefassten Positionen verbrachten Zeit mit der Dauer des gesamten „Nestbauverhaltens“.
n=23 Sauen

Nestbauverhalten gesamt	
Bauchlage	0,114
Seitenlage	-0,674*
Sitzen	0,554*
Stehen	0,600*

* $p \leq 0,0125 = 0,05/4$

Die Dauer der in der Position „Vorbeuge“ verbrachten Zeit korrelierte moderat und statistisch signifikant mit der Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“ ($r=0,570$, $p=0,004$, $\alpha=0,01$) und mit „Bucht wühlen“ ($r=0,615$, $p=0,002$, $\alpha=0,0025$).

Es konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge des zeitlichen Verlaufes des Verhaltens (Höhepunkt, letzte Verhaltensweise und Positionsänderung) mit anderen Verhaltensparametern festgestellt werden.

5.4.6 Einflussfaktoren auf die Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (lineares Modell)

Im linearen Modell hatten weder der Betrieb, die Rasse noch die Wurfkategorie einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Gesamtdauer der dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen (Tab. 12).

Tabelle 12: Geschätzte Mittelwerte (REML), Standardfehler sowie F- und p-Werte für den Einfluss fixer Effekte (Betrieb, Rasse, Wurfkategorie) auf die Gesamtdauer dem Nestbau zugeordneter Verhaltensweisen (in Minuten). n=23 Sauen

Effekt	Geschätzter Mittelwert	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Betrieb 1	104,3	22,8	0,132	0,720
Betrieb 2	94,6	13,3		
Edelschwein	86,1	18,1	1,306	0,268
Kreuzungssau	112,8	16,8		
Wurf 1	109,7	25,9	2,184	0,141
Wurf 2 und 3	121,6	21,2		
Wurf > 3	67,1	16,9		

5.5 Jutesackscores und dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweisen

5.5.1 Überblick über den Jutesackscore der 23 Sauen

Acht der insgesamt 23 Jutesäcke wurden mit Score 1 beurteilt, zehn mit Score 2, drei mit Score 3 und zwei mit Score 4. Mit Score 4 wurden nur Jutesäcke auf Betrieb 2 beurteilt, mit Score 3 Jutesäcke auf beiden Betrieben (Tab. 13, siehe auch Tab. 25, sowie Tab. I und II im Anhang).

Tabelle 13: Jutesackscore der 23 beobachteten Sauen, Zeit (in Minuten), die sie in den 12 Stunden ante partum mit den den nach Objekt und Art zusammengefassten Verhaltensweisen verbrachten, **sowie** die insgesamt in diesem Zeitraum von den 23 Sauen **mit dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen verbrachte Zeit** (in Minuten).

Sau	Bucht beißen	Jutesack beißen	Bucht scharren	Jutesack scharren	Bucht wühlen	Jutesack wühlen	Nestbau- verhalten gesamt	Jute- sack- score
1	4,7	0,1	9,6	0,2	11,5	1,1	27,2	1
2	17,8	72,5	1,3	0,3	18,5	93,6	204,0	3
3	1,6	0,2	3,4	0,0	16,2	2,1	23,4	1
4	1,2	2,0	1,1	0,0	7,3	9,6	21,1	2
5	5,4	2,5	0,6	0,0	13,4	29,1	51,1	1
6	11,4	26,5	3,2	0,0	22,2	50,3	113,6	1
7	32,8	27,7	7,2	1,6	75,0	41,3	185,6	2
8	12,6	16,9	1,0	3,4	8,6	35,6	78,2	2
9	11,3	1,0	10,1	0,8	29,9	12,3	65,5	1
10	1,7	29,5	0,2	0,0	11,7	36,8	80,0	4
11	21,2	52,0	5,3	4,8	21,5	74,8	179,7	2
12	0,9	5,4	1,4	1,0	2,5	23,5	34,6	2
13	16,2	28,5	0,1	0,1	11,8	53,4	110,1	2
14	2,1	43,4	23,5	0,6	61,0	48,6	179,2	2
15	1,8	11,5	4,0	2,3	34,7	24,0	78,4	2
16	8,4	6,6	5,1	0,1	14,0	20,0	54,4	2
17	0,6	30,7	1,2	1,5	42,4	33,9	110,2	3
18	7,1	7,8	2,7	0,3	11,8	24,2	53,8	2
19	4,7	37,7	0,9	2,3	11,3	73,8	130,7	4
20	3,1	1,1	2,2	0,1	58,4	14,5	79,4	1
21	4,4	26,9	0,1	0,1	27,3	56,2	115,0	3
22	9,5	24,1	9,2	0,7	35,8	36,6	115,8	1
23	7,9	0,1	4,0	0,0	42,4	4,4	58,9	1
Mittelwert	8,2	19,5	4,2	0,9	25,6	34,8	93,5	2

5.5.2 Zusammenhänge von Verhalten und Jutesackscore (Rang-Korrelationen)

In *Tabelle 14* sind die Rang-Korrelationen der Jutesackscores mit dem „Nestbauverhalten“ (insgesamt und nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefasst) dargestellt. Es zeigten sich deutliche Zusammenhänge der gegen den Jutesack gerichteten Verhaltensweisen mit den Jutesackscores: „Jutesack beißen“ und „Jutesack wühlen“ korrelierten signifikant positiv mit der Beurteilung seines Zustandes. Je mehr die Tiere den Sack bearbeiteten, umso höher ist also der Score, sprich, umso mehr ist der Sack zerstört. „Jutesack scharren“, „Wühlen“ gesamt und „Beißen“ gesamt sowie die Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“ korrelierten schwach positiv mit der Beurteilung des Zustandes des Jutesackes; „Bucht scharren“ und „Scharren“ gesamt korrelierten hingegen negativ mit der Beurteilung des Zustandes des Jutesackes.

Tabelle 14: Rangkorrelations-Koeffizienten der Gesamtdauer **dem Nestbau zugeordneten Verhaltens** sowie der Dauer der nach Objekt und Art zusammengefassten Verhaltensweisen mit den Jutesackscores. n=23 Sauen

	Jutesackscore	Signifikanzniveau
Nestbauverhalten gesamt	0,425*	$\alpha=0,05$
Gegen Bucht	-0,263	$\alpha=0,025$
Gegen Jutesack	0,632*	
Beißen	0,502*	$\alpha=0,017$
Scharren	-0,349	
Wühlen	0,411	
Bucht beißen	-0,139	$\alpha=0,008$
Bucht scharren	-0,514	
Bucht wühlen	-0,236	
Jutesack beißen	0,724*	
Jutesack scharren	0,362	
Jutesack wühlen	0,587*	

* $p \leq \alpha$

Der Rang-Korrelations-Koeffizient des gesamten „Nestbauverhaltens“ (also aller dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen zusammen) und den Jutesackscores betrug 0,425 ($p=0,043$) (Abb. 19). Die Jutesackscores und die zusammengefassten gegen den Jutesack gerichteten Verhaltensweisen (Jutesack beißen, scharren und wühlen) korrelierten mit $r=0,632$ ($p=0,001$) ebenfalls statistisch

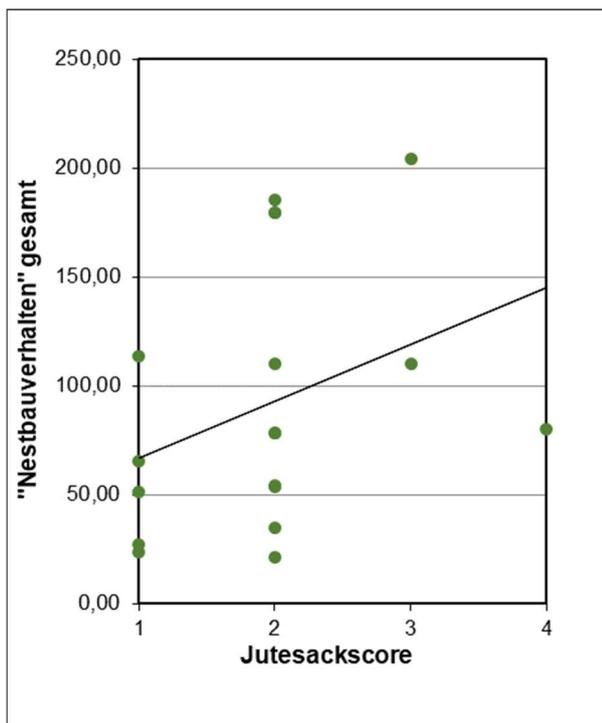


Abbildung 19: Zusammenhang der Beurteilung des Jutesackes mit der Zeit (in Minuten), die die Sauen in den 12h vor der Geburt insgesamt mit dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen verbrachten. $r=0,425$, $p=0,043$ ($\alpha=0,05$), $n=23$

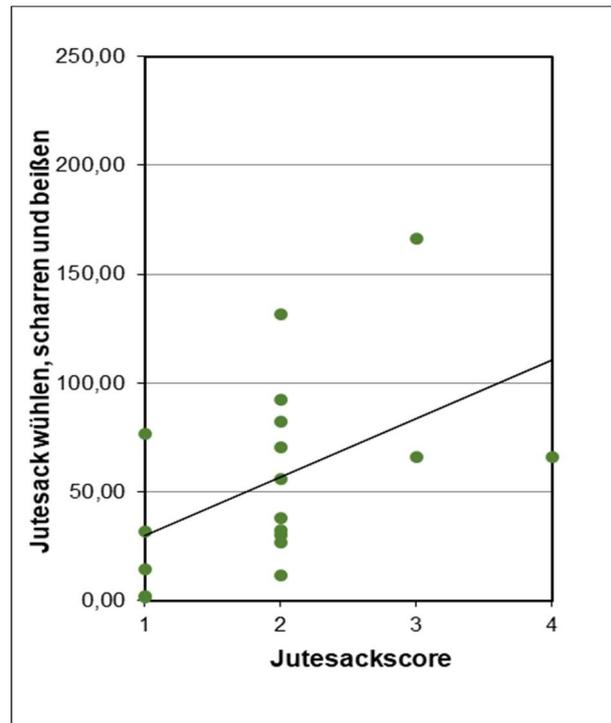


Abbildung 20: Zusammenhang der Beurteilung des Jutesackes mit der Zeit (in Minuten), die die Sauen in den 12h vor der Geburt mit gegen den Jutesack gerichteten Verhaltensweisen verbrachten. $r=0,632$, $p=0,001$ ($\alpha=0,025$), $n=23$

signifikant (Abb. 20).

Die im Sitzen verbrachte Zeit ($r=0,388$, $p=0,067$) und die Anzahl der Positionswechsel ($r=0,370$, $p=0,082$) korrelierten positiv mit der Bewertung der Jutesäcke, die in Seitenlage verbrachte Zeit hingegen negativ ($r=-0,359$, $p=0,092$) mit der Bewertung der Jutesäcke. Keiner dieser Zusammenhänge war statistisch signifikant. Ebenfalls keine statistisch signifikanten Rang-Korrelationen der Jutesackzustandesbewertung wurden mit dem zeitlichen Verlauf des Verhaltens (Höhepunkt, letzte Verhaltensweise und Positionsänderung) und auch nicht mit der Position Vorbeuge gefunden.

5.5.3 Einflussfaktoren auf den Jutesackscore (lineare Modelle)

Zunächst (Tab. 15) wurde zusätzlich zu den festen Effekten Betrieb, Rasse und Wurfkategorie die aggregierte Dauer des „Nestbauverhaltens“ als fester Effekt (Kovariable) im linearen Modell berücksichtigt. Keiner der Effekte hatte einen statistisch signifikanten Einfluss auf den Jutesackscore (abhängige Variable). Wurde neben Betrieb, Rasse und Wurfkategorie die nach Verhaltensobjekt (Jutesack bzw. Bucht) zusammengefasste Dauer des „Nestbauverhaltens“ berücksichtigt, gab es auch hier keine statistisch signifikanten Effekte für Betrieb, Rasse und Wurfkategorie. Allerdings zeigte sich der Einfluss der Dauer „gegen den Jutesack gerichteten Nestbauverhaltens“ auf den Zustand des Jutesackes als statistisch signifikant: Je Minute kam es zu einer um durchschnittlich 0,015 Punkte höheren Beurteilung des Jutesackes ($p=0,002$, Tab. 16).

Tabelle 15: Geschätzte Mittelwerte (REML), Standardfehler, F- und p-Werte für den Einfluss des Betriebes, der Rasse und Wurfkategorie sowie der Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“ auf den Jutesackscore. $n=23$ Sauen

	Geschätzter Mittelwert	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Betrieb 1	1,684	0,386	0,797	0,358
Betrieb 2	2,111	0,223		
Edelschwein	2,146	0,306	1,155	0,239
Kreuzungssau	1,649	0,292		
Wurf 1	1,935	0,440	0,193	0,809
Wurf 2 und 3	1,957	0,374		
Wurf > 3	1,802	0,302		
Nestbauverhalten gesamt	0,006	0,003	2,616	0,124

Tabelle 16: Geschätzte Mittelwerte (REML), Standardfehler sowie F- und p-Werte für den **Einfluss des Betriebes, der Rasse und Wurfkategorie sowie der nach Objekt zusammengefassten Dauer des „Nestbauverhaltens“ auf den Jutesackscore**. n=23 Sauen.

Effektkategorie	Geschätzter Mittelwert	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Betrieb 1	1,712	0,315	1,142	0,301
Betrieb 2	2,107	0,183		
Edelschwein	2,125	0,253	1,635	0,219
Kreuzungssau	1,695	0,239		
Wurf 1	2,019	0,359	0,149	0,863
Wurf 2 und 3	1,926	0,305		
Wurf > 3	1,784	0,246		
Gegen Jutesack gerichtetes Verhalten	0,015*	0,004	13,079	0,002
Gegen Bucht gerichtetes Verhalten	-0,002	0,001	2,176	0,160

* $p \leq 0,0125 = 0,05/4$

Bei Berücksichtigung der nach Art des Verhaltens zusammengefassten Dauer des „Nestbauverhaltens“ zeigte sich ein negativer Einfluss der scharrenden Verhaltensweisen: jede Minute längeres Scharren führte durchschnittlich zu einer um 0,088 Punkten niedrigeren Beurteilung des Jutesackzustandes (*Tab. 17*). Bei Berücksichtigung der sowohl nach Objekt als auch nach Art des Verhaltens zusammengefassten Dauer des „Nestbauverhaltens“ auf den Jutesackscore zeigte sich, dass dies vor allem auf „Bucht scharren“ zurückzuführen war: jede Minute längeres Scharren der Bucht führte durchschnittlich zu einer um 0,080 Punkten niedrigeren Beurteilung (*Tab. 18*). Allerdings waren diese Einflüsse bei einer Korrektur des Signifikanzniveaus nach Bonferroni ($\alpha = 0,05/4$, weil vier Modelle mit dem Jutesackscore als abhängiger Variable berechnet wurden) nicht statistisch signifikant.

Tabelle 17: Geschätzter Mittelwert (REML), Standardfehler sowie F- und p-Werte für den Einfluss des Betriebes, der Rasse und Wurfkategorie sowie der nach Art des Verhaltens zusammengefassten Dauer des „Nestbauerhaltens“ auf den Jutesackscore. n=23 Sauen.

Effekt	Geschätzter Mittelwert	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Betrieb 1	1,718	0,341	1,145	0,302
Betrieb 2	2,147	0,192		
Edelschwein	2,184	0,268	2,048	0,173
Kreuzungssau	1,682	0,249		
Wurf 1	2,347	0,404	0,967	0,403
Wurf 2 und 3	1,926	0,335		
Wurf > 3	1,693	0,263		
Beißen	0,019	0,014	1,797	0,200
Scharren	-0,088	0,036	6,092	0,026
Wühlen	0,002	0,011	0,040	0,844

Tabelle 18: Geschätzter Mittelwert (REML), Standardfehler sowie F- und p-Werte für den Einfluss des Betriebes, der Rasse und Wurfkategorie sowie der nach Objekt und Art zusammengefassten Dauer des „Nestbauerhaltens“ auf den Jutesackscore. n=23 Sauen.

Effekt	Geschätzter Mittelwert	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Betrieb 1	1,861	0,316	0,310	0,588
Betrieb 2	2,075	0,166		
Edelschwein	2,292	0,279	4,241	0,062
Kreuzungssau	1,643	0,306		
Wurf 1	2,229	0,404	0,618	0,555
Wurf 2 und 3	1,920	0,359		
Wurf > 3	1,754	0,218		
Sack beißen	0,040	0,026	2,455	0,143
Sack scharren	-0,066	0,137	0,234	0,637
Sack wühlen	-0,002	0,020	0,009	0,925
Bucht beißen	-0,043	0,025	2,957	0,111
Bucht scharren	-0,080	0,035	4,995	0,045
Bucht wühlen	0,035	0,008	0,147	0,708

5.6 Reproduktionsdaten, Verhalten und Jutesackbeurteilungen

5.6.1 Daten zum Reproduktionserfolg der 23 Sauen

Tabelle 19 gibt einen Überblick über die Daten zur Reproduktion der Sauen. Auf beiden Betrieben zusammen wurden durchschnittlich 12,2 Ferkel lebend und bis zu vier Ferkel (von Sau 10) tot geboren, im Durchschnitt lag die Zahl tot geborener Ferkel bei 1,1 pro Wurf. Auf Betrieb 2 wurden durchschnittlich 0,9 Ferkel von der Sau erdrückt, max. zwei Ferkel pro Wurf (von Sau 12, 16 und 18).

Tabelle 19: Rasse, Betrieb, lebend und tot geborene sowie erdrückte Ferkel, Gesamtferkelverluste und Jutesackscore sowie die mit „Nestbauverhalten“ verbrachte Zeit (in Minuten) in den 12 Stunden ante partum der 23 Sauen. Teilweise sind keine Werte vorhanden (-), weil sie nicht erhoben wurden (Sau 1 bis 7) oder weil die Sau nach der Abferkelung verstarb (Sau 23).

Sau	Betrieb	Rasse	Wurf-zahl	lebend geborene Ferkel	tot geborene Ferkel	erdrückte Ferkel	Ferkel-verluste gesamt	Nestbau-verhalten gesamt (Minuten)	Jute-sack-score
1	1	ES	5	14	0	-	-	27,2	1
2	1	F1	3	11	1	-	-	204,0	3
3	1	F1	5	6	1	-	-	23,4	1
4	1	ES	8	4	2	-	-	21,1	2
5	1	F1	9	14	1	-	-	51,1	1
6	1	F1	4	18	3	-	-	113,6	1
7	1	ES	3	14	0	-	-	185,6	2
8	2	ES	7	13	0	0	0	78,2	2
9	2	F1	1	14	0	0	0	65,5	1
10	2	ES	3	16	4	1	1	80,0	4
11	2	ES	2	13	1	1	1	179,7	2
12	2	ES	3	11	1	2	2	34,6	2
13	2	F1	5	10	1	1	2	110,1	2
14	2	F1	1	9	1	1	1	179,2	2
15	2	F1	8	10	1	1	1	78,4	2
16	2	ES	1	15	1	2	2	54,4	2
17	2	F1	1	10	0	0	0	110,2	3
18	2	ES	2	15	2	2	4	53,8	2
19	2	ES	1	15	0	1	1	130,7	4
20	2	ES	6	9	2	0	0	79,4	1
21	2	F1	5	12	1	1	5	115,0	3
22	2	F1	1	15	1	1	3	115,8	1
23	2	F1	2	-	-	-	-	58,9	1

5.6.2 Zusammenhänge von Reproduktionsdaten, Verhalten und Jutesackscore (Rang-Korrelationen)

Die negative Rang-Korrelation der Zahl tot geborener Ferkel mit der Dauer aller als Scharren zusammengefassten Verhaltensweisen ($r=-0,445$) war nicht statistisch signifikant, (Abb. 21). Hingegen korrelierten sowohl die Dauer von Scharren des Jutesackes ($r=-0,650$, Abb. 22) als auch die Zahl an Positionswechseln ($r=-0,483$, Abb. 23) mit der Anzahl tot geborener Ferkel statistisch signifikant negativ. Des Weiteren gab es negative Rang-Korrelationen der Zahl erdrückter Ferkel mit der Dauer insgesamt „gegen die Bucht gerichteten Nestbauverhaltens“ ($r=-0,493$, Abb. 24) und mit der in Bauchlage verbrachte Zeit

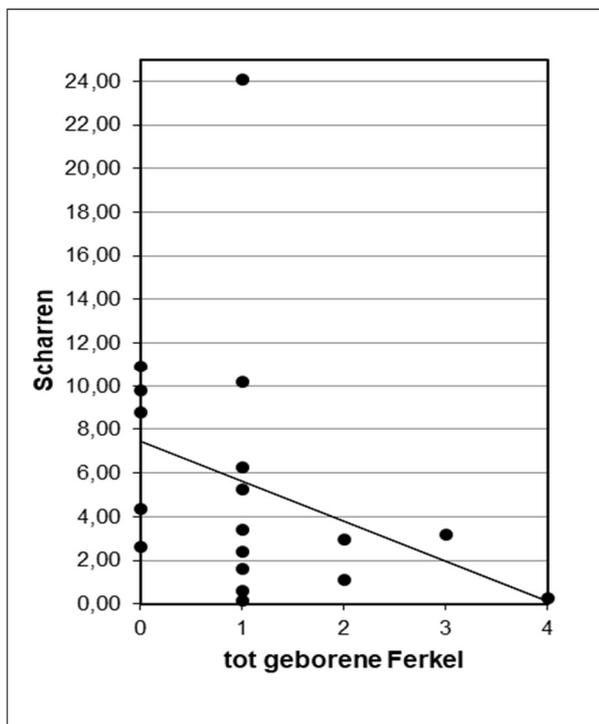


Abbildung 21: Zusammenhang der Zeit (in Minuten), die die Sauen mit vorgeburtlichem „Scharren“ verbrachten und der Zahl tot geborener Ferkel: $r=-0,445$, $p=0,038$ ($\alpha=0,017$), $n=22$

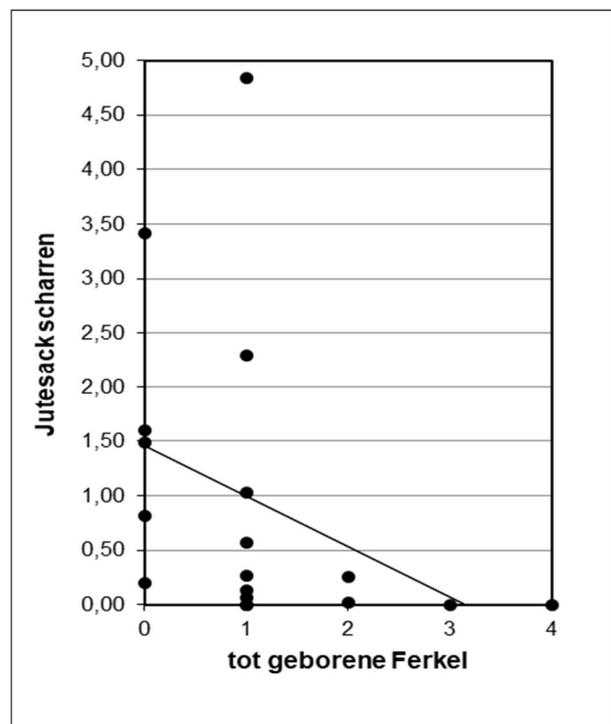


Abbildung 22: Zusammenhang der Zeit (in Minuten), die die Sauen mit vorgeburtlichem Jutesack verbrachten und der Zahl tot geborener Ferkel: $r=-0,650$, $p=0,001$ ($\alpha=0,008$), $n=22$

($r=-0,429$, $p=0,111$, $\alpha=0,0125$), allerdings waren diese nicht statistisch signifikant.

Die Rang-Korrelationen des Verhaltens mit dem relativen Anteil tot geborener Ferkel an gesamt geborenen Ferkeln liegen in der selben Größenordnung wie die Rang-Korrelationen des Verhaltens mit der absoluten Zahl tot geborener Ferkel. Die Anzahl der Positionswechsel und der Anteil tot geborener Ferkel korrelierten signifikant negativ ($r=-0,552$, $p=0,008$, $\alpha=0,05$), ebenso die Dauer von Jutesack scharren und der Anteil tot geborener Ferkel

($r=-0,637$, $p=0,001$, $\alpha=0,008$). Die negative Rang-Korrelation der Gesamtdauer von Scharren mit dem Anteil tot geborener Ferkel ($r=-0,431$, $p=0,045$, $\alpha=0,0167$) war nicht statistisch

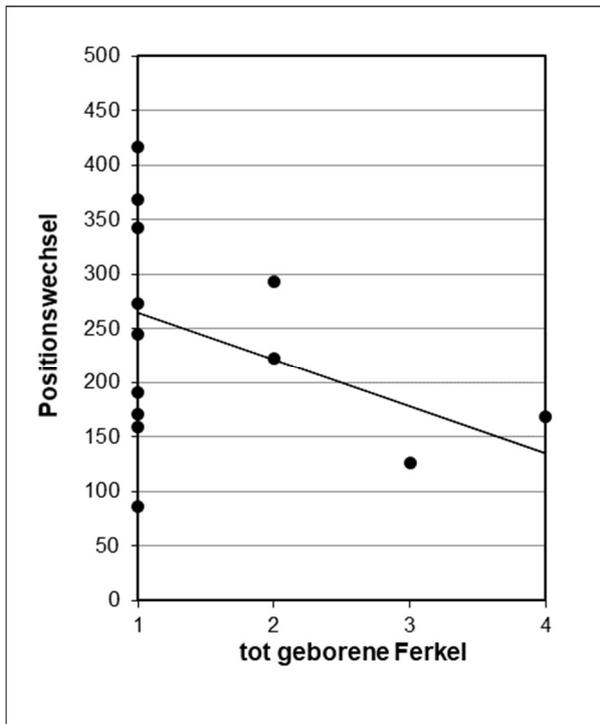


Abbildung 23: Zusammenhang der Zahl an vor-geburtlichen Positionswechseln und der Zahl tot geborener Ferkel. $r=-0,483$, $p=0,023$ ($\alpha=0,05$), $n=22$

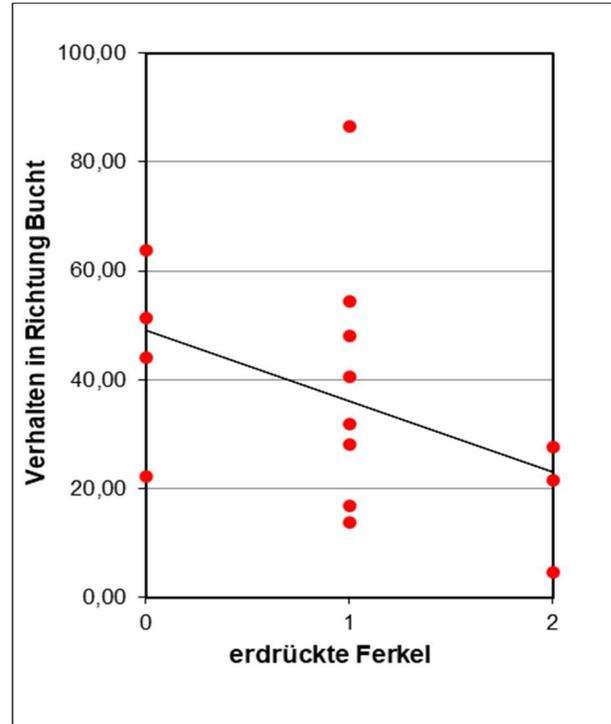


Abbildung 24: Zusammenhang der Zeit (in Minuten), die die Sauen in den 12h vor der Geburt mit gegen die Bucht gerichtetem Nestbauverhalten verbrachte und der Zahl nach der Geburt von ihnen erdrückter Ferkel. $r=-0,493$, $p=0,062$ ($\alpha=0,025$), $n=15$

signifikant. Es konnte auch kein statistisch signifikanter Zusammenhang des Verhaltens mit dem Anteil erdrückter Ferkel gefunden werden.

Ebensowenig gab es statistisch signifikante Korrelationen der Daten zum Reproduktionserfolg mit der Jutesackbeurteilung, dem Betrieb, der Rasse oder der Wurfkategorie. Eine Übersicht über die Rangkorrelationen des Verhaltens mit den Jutesackbeurteilungen und Reproduktionsdaten bietet *Tabelle VIII* (siehe Anhang).

5.6.3 Einflussfaktoren auf die Reproduktionsleistungen (lineare Modelle)

Die Zahl an Positionswechseln hatte eine statistisch signifikante Rang-Korrelation sowohl mit der Anzahl tot geborener Ferkel als auch mit deren Anteil an den lebend geborenen Ferkeln. Auch die Dauer von „Sack scharren“ korrelierte statistisch signifikant sowohl mit der Anzahl als auch mit dem Anteil tot geborener Ferkel. Daher wurden weitere Modelle

berechnet, die die genannten Faktoren als Kovariablen (Zahl an Positionswechseln sowie nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefasste Verhaltensweisen), Rasse, Wurfkategorie und Betrieb als weitere fixe Effekte sowie die Anzahl bzw. den Anteil tot geborener Ferkel als abhängige Variable enthielten.

Der Einfluss der Anzahl der Positionswechsel erwies sich als statistisch signifikant und konnte daher durch das Modell bestätigt werden: Jeder Positionswechsel führte im Durchschnitt zu 0,007 weniger tot geborenen Ferkeln (*Tab. 20*). Der Einfluss der Dauer von „Sack scharren“ auf die absolute Zahl tot geborener Ferkel konnte hingegen nicht bestätigt werden (*Tab. 21*). Ebenso wenig bestätigte sich der Einfluss des Verhaltens auf den relativen Anteil tot geborener Ferkel. In den Modellen zeigten sich auch keine signifikanten

Tabelle 20: Geschätzter Mittelwert (REML), Standardfehler sowie F- und p-Werte für den **Einfluss des Betriebes, der Rasse und Wurfkategorie sowie der Zahl an Positionswechseln auf die Zahl tot geborener Ferkel.**

n=22 Sauen

Effekt	Geschätzter Mittelwert	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Betrieb 1	1,218	0,416	0,004	0,953
Betrieb 2	1,190	0,239		
Edelschwein	1,313	0,346	0,236	0,634
Kreuzungssau	1,095	0,306		
Wurf 1	1,228	0,572	1,908	0,181
Wurf 2 und 3	1,773	0,416		
Wurf > 3	0,611	0,371		
Positionswechsel	-0,007*	0,002	6,266	0,024

Zusammenhänge des Betriebes, der Rasse oder der Wurfzahl der Sauen mit ihren Reproduktionsdaten.

Tabelle 21: Geschätzter Mittelwert (REML), Standardfehler sowie F- und p-Werte für den **Einfluss des Betriebes, der Rasse und Wurfkategorie sowie der** Dauer der nach Objekt und Art zusammengefassten Verhaltensweisen auf die Zahl tot geborener Ferkel. n=22 Sauen

Effekt	Geschätzter Mittelwert	Standardfehler	F-Wert	p-Wert
Betrieb 1	0,699	0,512	0,669	0,431
Betrieb 2	1,214	0,280		
Edelschwein	1,112	0,371	0,303	0,593
Kreuzungssau	0,801	0,405		
Wurf 1	0,202	0,555	1,593	0,247
Wurf 2 und 3	1,487	0,566		
Wurf > 3	1,180	0,368		
Sack beißen	0,020	0,041	0,223	0,646
Sack scharren	-0,430	0,221	3,768	0,078
Sack wühlen	-0,003	0,033	0,011	0,919
Bucht beißen	-0,035	0,408	-0,742	0,407
Bucht scharren	-0,001	0,058	0,000	0,984
Bucht wühlen	0,000	0,015	0,001	0,980

6. Diskussion

6.1 Beurteilung der Jutesäcke (inter-observer-reliability)

Der Test auf Beobachter*innenübereinstimmung bei der Beurteilung von 30 zufällig ausgewählten Jutesäcken ergab einen durchschnittlichen gewichteten Kappa-Koeffizienten von 0,71 beim Vergleich der Beurteilung durch BOKU-Student*innen und -Mitarbeiter*innen mit der Silberstandard-Beurteilung (Pfeiffer et al., 2019a). Nach Viera und Garrett (2005) entspricht dies einer substantiellen Übereinstimmung, woraus geschlossen werden kann, dass das Beurteilungsschema eindeutig ist und die Beurteilungskategorien klar abgegrenzt sind.

Da im Projekt „OptiZucht“ die insgesamt 24 Züchter*innen selbst die Jutesäcke beurteilen sollten (Pfeiffer et al., 2017b) wurden auch bei den Auswertungen der vorliegenden Arbeit nicht die Beurteilungen durch die Projektleiterin herangezogen, sondern jene des*der jeweiligen Züchters*Züchterin da dies der tatsächlichen Situation besser entspricht. Der gewichtete Kappa-Koeffizient für die Beurteilung der 30 Jutesäcke durch die jeweiligen Züchter*innen und die Silberstandard-Beurteilung betrug 0,97 (Pfeiffer et al., 2019a), was auf eine nahezu perfekte Übereinstimmung schließen lässt (Viera und Garrett, 2005).

Die damit vergleichsweise schlechtere Übereinstimmung beim Vergleich auf der BOKU lässt sich u.a. dadurch erklären, dass hier den Beurteiler*innen die Information fehlte, ob der Sack aus der Halterung gerissen wurde („extreme Verwendung“) oder nicht („deutliche Verwendung“) und dass Spuren der Aufhängung irrtümlicherweise als Spuren der Bearbeitung gewertet wurden (Pfeiffer et al., 2019a).

6.2 Reproduzierbarkeit der Video-Beobachtungen (intra-observer-reliability)

Die Beurteilung des Zustandes der Jutesäcke als indirektes Maß des „Nestbauverhaltens“ von Sauen sollte mit der Auswertung von Videoaufnahmen des Verhaltens dieser Sauen verglichen werden. Daher wurde anhand von jeweils einstündigen Ausschnitten aus zehn Videos getestet, inwieweit eine zweimalige Auswertung des selben Videos durch den selben Beobachter zu vergleichbaren Ergebnissen gelangt. Während die Dauer der zu den nach Objekt und Art zusammengefassten Verhaltensweisen „Bucht wühlen“ und „Bucht beißen“ sowie „Sack wühlen“ und „Sack beißen“ eine Korrelation von $r=0,91$ bis $r=0,99$ aufwies, lag

diese für „Bucht scharren“ und „Sack scharren“ nur bei $r=0,58$ bzw. $r=0,61$. Die schlechtere Übereinstimmung der Beobachtung des „Scharrens“ gegen Bucht und Jutesack ist mit der (gegenüber „Wühlen“ und „Beißen“ durchschnittlich fast 12 bzw. 6 Mal) geringeren Frequenz dieses Verhaltens und schlechteren Erkennbarkeit auf dem Videomaterial erklärbar. Nach Cohen (1988) wären alle diese Übereinstimmungen als hoch zu bewerten. Da es sich aber jeweils um ein und dasselbe, zweimal ausgewertete Video handelte, sollten strengere Kriterien angewendet werden, etwa jene von Nachtigall und Wirtz (2004), laut denen die ersteren Korrelationen als sehr hoch, die letzteren jedoch nur als moderat zu bewerten sind. Insgesamt ist aus dem Beobachtungsvergleich jedenfalls auf eine zumindest zufriedenstellende Reproduzierbarkeit der Beobachtungen zu schließen.

Wird statt der Dauer die Häufigkeit der Verhaltensweisen verglichen, zeigt sich bei fast allen Verhaltensweisen eine schlechtere Übereinstimmung. Ausgenommen davon ist nur „Sack scharren“, wo die zweifache Auswertung der Häufigkeit des Verhaltens eine nach Nachtigall und Wirtz (2004) hohe Korrelation von 0,73 zeigte. Die „Häufigkeit des Verhaltens“ darf dabei nicht mit der Anzahl einzelner z.B. Scharr-Bewegungen verwechselt werden, sondern ist als Zahl an Episoden zu verstehen, denen das Verhalten z.B. „Sack scharren“ zugeordnet wurde. Eine Zählung der einzelnen Bewegungen würde die Auswertung noch wesentlich schwieriger gestalten als die vorliegende Messung der Dauer vom Beginn bis zum Ende einer Verhaltensweise.

6.3 Zuordnung der Verhaltensweisen zum Nestbauverhalten

6.3.1 Durchschnittliche Dauer des „Nestbauverhaltens“

Um beurteilen zu können, ob es tatsächlich zulässig ist, das durchschnittlich 1,6 Stunden lang beobachtete Verhalten dem Nestbauverhalten zuzuordnen, bietet es sich an, die in dieser Studie beobachteten Werte mit jenen aus anderen Studien zu vergleichen. Verglichen mit Wildschweinen (Gundlach, 1968; Meynhardt 2013) war die durchschnittliche Dauer des „Nestbauverhaltens“, die die Hausschweine in der vorliegenden Studie gezeigt haben, viel kürzer. Nur vier der 23 Sauen erreichten die von Meynhardt (2013) dokumentierte Zeit von 3,0 Stunden. Dieser Unterschied könnte genetisch bedingt sein, denn auch in semi-natürlicher Umgebung scheinen Hausschweine kürzer Nest zu bauen als Wildschweine;

sowohl Jensen (1986) als auch Stolba und Wood-Gush (1989) berichten von durchschnittlich etwa 2,0 Stunden.

Mayer und Zöchbauer (2016) beobachteten 63 Sauen ab 12 Stunden vor der Geburt. Bei nicht fixierten Sauen fanden sie eine durchschnittliche Dauer von 3,0 Stunden, bei Sauen in Kastenständen durchschnittlich 2,3 Stunden. Die von Mayer und Zöchbauer (2016) untersuchten Sauen waren zum 1. bis 6. Wurf trächtig. Selbst wenn ihr Ergebnis mit jenem der 19 Sauen mit max. Wurfzahl 6 der vorliegenden Studie (ca. 1,7 Stunden) verglichen wird, erscheint es wesentlich höher. Nur vier dieser Sauen zeigten eine deutlich längere (bis zu 3,4 Stunden) oder eine ähnlich lange (1,2 Stunden), alle anderen eine deutlich kürzere Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“. Allerdings beobachteten Mayer und Zöchbauer (2016) die Sauen nicht kontinuierlich, sondern mittels „Intermittent Continuos Behaviour Sampling“, wo nur die erste Minute jeder 5-min-Periode kontinuierlich beobachtet wurde. Eventuell kam es dadurch zu einer methodisch bedingten Überschätzung der Dauer des „Nestbauverhaltens“.

Höinghaus (2012) beobachtete die Sauen hingegen kontinuierlich, allerdings nur in den letzten zehn Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels. In dieser Zeit erfasste sie durchschnittlich ca. 2,2 Stunden „Nestbauverhalten“ bei nicht-fixierten Sauen. Die durchschnittliche Dauer des Nestbauverhaltens in Gruppenabferkelung war mit 8,10 min/h (ca. 1,4 Stunden pro 10 Stunden) nur geringfügig höher als die in der vorliegenden Studie bei Sauen in Kastenständen gefundenen 7,79 min/h (ca. 1,6 Stunden pro 12 Stunden).

In der vorliegenden Studie zeigten Sauen in der ersten bis dritten Trächtigkeit (Wurfzahlklasse 1 und 2) in den letzten 12 Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels durchschnittlich 1,9 Stunden „Nestbauverhalten“. Hansen et al. (2017) beobachteten Sauen der ersten bis dritten Trächtigkeit kontinuierlich in den 24 Stunden bis zur Geburt des ersten Ferkels. Sie geben die Ergebnisse jedoch in Sekunden pro Stunde an, was sie mit jenen der vorliegenden Studie vergleichbar macht. Bei Sauen in Kastenständen dokumentierten sie durchschnittlich 11,45 Minuten pro Stunde, allerdings nur in der dort als Nestbauphase definierten Zeit. Das Ende des „Nestbauverhaltens“ (definiert mit weniger als acht Minuten Nestbauverhaltensweisen pro Stunde) lag bei ihnen durchschnittlich 5,0 Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels. Werden in diesen fünf Stunden 0 Sekunden „Nestbauverhalten“ angenommen, kann aus Hansen et al. (2017) in den verbleibenden sieben Stunden ein Wert

von durchschnittlich ca. 1,3 Stunden „Nestbauverhalten“ errechnet werden. Dies erscheint im Vergleich zur vorliegenden Studie gering.

Allerdings muss hier die mögliche Unterschätzung der Werte von Hansen et al. (2017) durch die Definition der Beendigung des „Nestbauverhaltens“ beachtet werden. Allerdings kann aus Hansen et al. (2017) bei nicht-fixierten Sauen (Ende des „Nestbauverhaltens“ 3,5 Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels) eine durchschnittliche Dauer des „Nestbauverhaltens“ von $\geq 1,9$ Stunden errechnet werden, was den bei Hausschweinen von Jensen (1986) und Stolba und Wood-Gush (1989) in semi-natürlicher Umgebung berichteten 2,0 Stunden gut entspricht.

Es kommen also alle zum Vergleich herangezogenen Arbeiten über das vorgeburtliche „Nestbauverhalten“ von Sauen im Hinblick auf die durchschnittliche Gesamtdauer und die damit verbundenen Verhaltensweisen zu ähnlichen Ergebnissen wie die vorliegende Arbeit. Methodische Unterschiede erschweren direkte Vergleiche jedoch.

6.3.2 Zuordnung von neu beobachteten Verhaltensweisen

Das Ethogramm der vorliegenden Studie orientierte sich an den oben zitierten Untersuchungen. In den Ethogrammen der oben genannten Studien war jedoch „Wühlen im Liegen“ und „Scharren im Liegen“ nicht enthalten. Wenn diese Verhaltensweisen nicht zu „Bucht wühlen“ bzw. „Bucht scharren“ gerechnet wurden, ergaben sich jedoch keine anderen Aussagen. Es könnte sein, dass die beobachteten Bewegungen verschiedene Ursachen haben. Neben dem Ausleben einer nicht anders befriedigbaren inneren Motivation zu Nestbauverhaltensweisen (inkl. Fortbewegung, *siehe* 6.4.2) könnte es sich auch um vergebliche Versuche handeln, die Position zu ändern und/oder aufzustehen. Eine genauere Untersuchung dieser Verhaltensweisen erscheint jedenfalls interessant. Damm et al. (2003) berichten von „Nestbauverhalten“ im Liegen, sowohl von Sauen in Kastenständen als auch bei freier Abferkelung, gehen aber nicht näher darauf ein.

Auch wenn es öfter den Eindruck machte, dass die Sauen ihr „Nestbauverhalten“, insbesondere „Wühlen“ in den Trog oder die Tränke richteten, wurde dieses (durchschnittlich 24 Minuten lang gezeigte) Verhalten nicht dem Nestbau, sondern der Nahrungsaufnahme zugeordnet, da es von dieser nicht eindeutig unterschieden werden konnte.

Die in der vorliegenden Arbeit als „Vorbeuge“ definierte Position wurde von manchen Sauen über einen längeren Zeitraum gehalten oder öfter hintereinander gezeigt. Teilweise endete sie nicht (wie von Podiwinsky (2010) beschrieben) im Liegen, sondern wieder im Stehen. „Vorbeuge“ war bei 83% aller Sauen zu sehen. Bei der Auswertung wurde sie Position „Stehen“ zugeordnet, weil sie in keiner der zum Vergleich herangezogenen Studien erwähnt wurde. Auch für dieses Verhalten könnte es mehrere Gründe geben. Bei den Beobachtungen machte es oft den Anschein, als fände die Sau den Platz zu unbequem, um sich niederzulegen. Also könnte es einen Zusammenhang mit dem von Baxter (1982) erwähnten und u.a. bei Bolhuis et al. (2018) und in der Übersichtsarbeit von Wischner et al. (2009) zitierten „feedback stimulus“ geben, dass nämlich das „Nestbauverhalten“ erst beendet wird, wenn die Sau einen Platz ausreichend angenehm am Gesäuge empfindet (udder comfort). Eventuell handelt es sich bei dieser Position auch um ein angeborenes, mit dem Nestbau in Zusammenhang stehendes Verhaltenselement. Denn laut Gundlach (1968, zitiert in Briedermann und Stöcker, 2009) gehen Wildschweinsauen mehrmals hintereinander langsam mit dem Kopf voran in den Nesthaufen, wühlen sich zur Mulde durch und legen sich nieder, wodurch er stabilisiert wird. Dafür spricht, dass in dieser Position häufig gegen die Bucht gerichtete Wühlbewegungen ausgeführt wurden und dass eine moderate Rang-Korrelation zwischen „Vorbeuge“ und „Bucht wühlen“ vorlag ($r=0,646$, $p=0,001$).

6.3.3 Beginn und Ende des „Nestbauverhaltens“

Während Hansen et al. (2017) den Beginn des „Nestbauverhaltens“ bereits mit 16-17 Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels angaben, dokumentierte Jensen (1986) max. 10 Stunden vor der Geburt als Beginn der eigentlichen Nestbauaktivität, Stolba und Wood-Gush (1989) sogar nur 4 bis 6 Stunden. Daher erschien es adäquat, die Sauen zwölf Stunden lang zu beobachten, um einen Großteil des „Nestbauverhaltens“ zu erfassen.

In dieser Stunde wurde durchschnittlich erst 10 Minuten vor der Geburt keine der dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen mehr gezeigt und 21 Minuten vor der Geburt die Position nicht mehr geändert. Dieses Ende des „Nestbauverhaltens“ erscheint im Vergleich zu anderen Untersuchungen als sehr spät. Aus den Berichten von Jensen (1986), Stolba und Wood-Gush (1989) kann eine Beendigung der Nestbauaktivität ca. 2 bis 7 Stunden vor der Geburt errechnet werden. Hansen et al. (2017) geben das Ende des „Nestbauverhaltens“ von fixierten Sauen mit 5,0 Stunden ante partum an, wobei jedoch ihre Definition der

Beendigung des „Nestbauverhaltens“ (weniger als acht Minuten Nestbauverhaltensweisen pro Stunde) beachtet werden muss.

Damm et al. (2000) geben die Zeit der Beendigung des „Nestbauverhaltens“ vor der Geburt des ersten Ferkels bei Sauen, die Stroh zur Verfügung hatten, mit 1,0 Stunden an. Bei Sauen, die zusätzlich zu Stroh auch Äste zur Verfügung hatten, geben sie diese Zeit mit 2,2 Stunden an. Allerdings ist auch hier eine Überschätzung der Differenz zum Ergebnis der vorliegenden Studie wahrscheinlich, da ein direkter Vergleich der Studien nicht möglich ist. Damm et al. (2000) beobachteten nicht-fixierte Sauen, die nicht kontinuierlich, sondern in Zeitrafferaufnahmen gefilmt wurden, werteten diese Aufnahmen in 5-Minuten-Intervallen dahingehend aus, ob „Nestbauverhalten“ stattfand oder nicht (1/0-sampling) und definierten das Ende des „Nestbauverhaltens“ mit zwei aufeinanderfolgenden Intervallen, in denen keine Nestbauverhaltensweisen mehr festgestellt wurden.

In manchen Fällen handelt es sich bei den Verhaltensäußerungen kurz vor der Geburt wohl um einzelne „Nestbautätigkeiten“, wie sie von Jensen auch bei Sauen in semi-natürlicher Umgebung in diesem Zeitraum noch beobachtet wurden. In anderen Fällen kann jedoch vermutet werden, dass es sich dabei um das von Thodberg et al. (2002) beschriebene unruhige Verhalten (restless behaviour) handelte, welches durch Stress verursacht wird und durch häufige Positionswechsel gekennzeichnet ist.

6.4 Variabilität im Verhalten der Sauen

6.4.1 Absolute Verhaltensunterschiede

Die Frage nach den Unterschieden im Verhalten wurde als erste Fragestellung formuliert. Dies ist insofern wichtig, da es keinen Sinn machen würde, unterschiedliche Jutesackzustandbeurteilungen mit den Beobachtungsdaten zu vergleichen, wenn das beobachtete Verhalten der untersuchten Sauen nicht deutlich voneinander unterscheidbar ist.

Dass es quantitative Unterschiede in der Aktivität der Sauen gibt, ist aus den grafischen Darstellungen (*Abb. 13-18 und II-XXIV*) abzulesen. Im Durchschnitt zeigten die Sauen 93,5 Minuten, also ca. 1,6 Stunden dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweisen, mit einer

großen Bandbreite von 21 bis zu 204 Minuten und einer hohen Standardabweichung von 54 Minuten.

Bei der Dauer der einzelnen Verhaltensweisen sind Unterschiede ebenso evident, egal ob sie nach Objekt (Bucht, Jutesack), nach Art des Verhaltens (Beißen, Scharren, Wühlen) oder nach deren Kombination zusammengefasst wurden: So wurde z.B. „Jutesack beißen“ von wenigen Sekunden bis zu weit mehr als 1,0 Stunden, alle als „Beißen“ zusammengefassten Verhaltensweisen von unter zwei Minuten bis zu über 1,5 Stunden und alle gegen den Jutesack gerichteten Verhaltensweisen von eineinhalb Minuten bis zu 2,5 Stunden lang gezeigt.

Ähnlich große Unterschiede zeigten sich auch bei der Zahl an Positionswechseln: die Anzahl der Positionswechsel (durchschnittlich 256) reichte von 86 bis 479 (Standardabweichung: 117). Diese Unterschiede, sind weder auf die Wurfzahl der Sauen, noch den Betrieb oder die Rasse, denen sie angehörten, zurückzuführen.

6.4.2 Relative Verhaltensunterschiede

Auch Unterschiede im Verhältnis der Verhaltensweisen zueinander sind in der grafischen Auswertung des Verhaltens deutlich zu sehen, ebenso jene im zeitlichen Ablauf der Verhaltensweisen. Außerdem ist die Korrelationen der Dauer der verschiedenen Verhaltensweisen miteinander meist sehr niedrig. Daran ist abzulesen, dass die Unterschiede im Verhalten der Sauen nicht nur absolut auftreten, sondern es Unterschiede im Verhältnis der Verhaltensweisen zueinander gab.

Unterschiede im Verhalten der Sauen können auch schon daran erkannt werden, dass nicht alle Sauen alle im Ethogramm definierten Verhaltensweisen zeigten. Vor allem, dass nicht alle Sauen scharrende Bewegungen zeigten, insbesondere nicht gegen den Trog (nur von 52% der Sauen gezeigt) und den Jutesack „scharrten“ (nur 83% der Sauen), entspricht dem Ergebnis von Vontobel et al. (2018), in deren Studie nur 71% der Sauen „scharrende Bewegungen mit einem Vorderbein gegen die Buchteneinrichtung“ ausführten. Das nicht von allen Sauen gezeigte „Sack zerren“ (nur von 83% der Sauen gezeigt) könnte dem bei Vontobel et al. (2018) ebenfalls nur von 71% der Sauen gezeigten „Zerstören von getragem Nestbaumaterial durch ruckartige Kopfbewegungen“ entsprechen.

Da im Kastenstand keine Fortbewegung möglich ist, konnten die Sauen kein „Transportieren von Nestbaumaterial bei gleichzeitiger Fortbewegung“ wie 64% der Sauen bei Vontobel et al. (2018) zeigen. Auch das von Gundlach (1968) bei Wild- und von Jensen (1993) bei Hausschweinen beobachtete Drehen um die eigene Körperachse wird durch den Kastenstand verunmöglicht. Eine Drehung um zumindest 70° („Vierteldrehung“) wurde von Vontobel et al. (2018) in großen und strukturierten Abferkelbuchten bei 100%, eine Drehung um $\geq 130^\circ$ („um die Hälfte“) bei 93% der Sauen beobachtet.

6.5 Jutesäcke als Nestbaumaterial

Bevor die Frage diskutiert wird, ob Jutesäcke als Indikator des „Nestbauverhaltens“ geeignet sind, wird hier noch eine Grundvoraussetzung dafür diskutiert, nämlich die Eignung von Jutesäcken als Beschäftigungsmaterial bzw. als Material, mit dem das Bedürfnis der Sauen nach „Nestbauverhalten“ gestillt werden kann.

6.5.1 Grundsätzliche Eignung des Materials

Grundsätzlich erscheinen Jutesäcke in konventionellen Schweinehaltungssystemen mit Teil- oder Vollspaltenboden besser als Beschäftigungsmaterial geeignet zu sein als Stroh, weil letzteres die Spalten und das darunter liegende Abwassersystem verstopfen kann. In Systemen, bei denen Einstreu möglich ist, erscheint jedoch Stroh besser geeignet zu sein, weil es dem biologisch wichtigen Verhalten von Schweinen, Material am Boden zu wühlen, zu schnüffeln und es zu manipulieren (Wemelsfelder und Birke, 1997) dem sie etwa 75% ihrer aktiven Zeit widmen (Stolba und Wood-Gush, 1989), besser entgegenkommt.

Als Nestbaumaterial für nicht-fixierte Sauen bietet Stroh den zusätzlichen Vorteil, dass es, im Gegensatz zu einem befestigten Jutesack, aufgesammelt und getragen, d.h. von einem Ort zum anderen bewegt werden kann. Dieses von Jensen (1993) als integraler Bestandteil des Nestbauverhaltens von Hausschweinen in semi-natürlicher Umgebung beschriebene und von Höinghaus (2012) und Vontobel et al. (2018) auch in Abferkelsystemen ohne Fixierung der Sau beobachtete Verhalten kann jedoch von Sauen in Kastenständen aufgrund der mangelnden Fortbewegungsmöglichkeit nicht ausgeführt werden.

Im Kastenstand scheint daher ein befestigter Jutesack besser geeignet zu sein als Stroh. In der vorliegenden Studie wurden durchschnittlich für 55 Minuten gegen den Jutesack

gerichtete Verhaltensweisen beobachtet. Da das Stroh schnell außer Reichweite war, konnten Mayer und Zöchbauer (2016) bei Sauen im Kastenstand hingegen nur 15 Minuten adäquates d.h. gegen Stroh gerichtetes Nestbauverhalten beobachten.

Jutesäcke können bewegt, verformt und zerissen werden und erlauben dadurch für den Nestbau typische Verhaltensweisen wie das hier beobachtete Drücken, Bewegen, Beißen und Zerren. Daher erscheinen sie grundsätzlich gut als Material, mit dem das Bedürfnis der Sauen nach „Nestbauverhalten“ gestillt werden kann, geeignet zu sein.

6.5.2 Feedback-Stimulus

Auch ein nicht-befestigter Jutesack würde nach kurzer Zeit außer Reichweite einer Sau im Kastenstand sein und nicht mehr als Objekt des „Nestbauverhaltens“ zur Verfügung stehen. In Abferkelsystemen ohne Fixierung der Sau hätten am Boden liegende Jutesäcke hingegen den Vorteil, eine bequeme Liegefläche für das Gesäuge zu bieten, wie Bolhuis et al. (2018) feststellten. In deren Studie wurden den Sauen jeweils zwei aufgeschnittene Jutesäcke angeboten, die gewählt und aufgebauscht werden konnten.

Weder mit Stroh noch mit Jutesäcken kann ein stabiles und strukturiertes Nest errichtet werden, selbst wenn sie am Boden angeboten werden. Umso weniger ist bei befestigten Jutesäcken ein ausreichendes Feedback zu erwarten, welches zu einer vorzeitigen Beendigung des „Nestbauverhaltens“ führt. Dies könnte eine Ursache für die kurze Zeit sein, in der in der vorliegenden Studie kein „Nestbauverhalten“ mehr gezeigt wurde (durchschnittlich 10 Minuten vor der Geburt). In der Studie von Damm et al. (2000) hatten die Sauen zusätzlich zu Stroh teilweise auch Äste zur Verfügung hatten, mit denen sie strukturierte und funktionale Nester errichten konnten. Diese Sauen beendeten die Nestbauaktivität durchschnittlich 2,2 Stunden vor der Geburt.

6.5.3 Auslösung zusätzlichen „Nestbauverhaltens“

Siebzehn der 23 Sauen in der vorliegenden Studie beobachteten Sauen verbrachten gleich viel oder mehr Zeit mit gegen den Jutesack gerichteten, dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen als mit gegen die Bucht gerichteten. Neun der Sauen verwendeten den Sack sogar mehr als doppelt und vier mehr als viermal so häufig. Abgesehen von „Bucht beißen“ und „Jutesack wühlen“ korrelierten nur die Zeitdauern von Verhaltensweisen

innerhalb eines Objektes (Bucht, Jutesack) relativ eng miteinander, statistisch signifikant war nur die Korrelation von „Jutesack wühlen“ und „Jutesack beißen“. Die Zeitdauern der Verhaltensweisen mit dem Objekt Jutesack korrelierten enger miteinander als jene mit dem Objekt Bucht.

Es erscheint daher wahrscheinlich, dass durch den Jutesack nicht einfach das gleiche Verhalten auf ein anderes Objekt umgelenkt, sondern eine andere Qualität des Verhaltens ausgelöst bzw. stimuliert wurde. Dafür spricht, dass laut Jensen (1993) der erste Teil der Nestbauaktivität vor allem durch interne Faktoren ausgelöst wird, während der zweite Teil vor allem von externen Stimuli abhängt. Dieser Zusammenhang müsste jedoch durch weitere Studien inkl. Kontrollgruppe überprüft werden.

Auch, ob ein am Kastenstand befestigter Jutesack geeignet ist, das Wohlergehen von Sauen in Kastenständen zu erhöhen, müsste in weiteren Studien untersucht werden. In diesen müssten Messgrößen erhoben werden, die eine Aussage über das Wohlergehen der Tiere erlauben. Jedenfalls könnte das Wohlergehen aufgrund des mangelnden Feedback-Stimulus durch den blanken Boden noch immer eingeschränkt sein. Möglicherweise ist es sinnvoll, Sauen nach Beendigung gegen den Jutesack gerichteten „Nestbauverhaltens“ diesen der Sau am Boden anzubieten. Das Ende der Phase des „Nestbauverhaltens“ könnte dadurch festgestellt werden, dass der Sack eindeutige Benutzungsspuren aufweist, aber zum Zeitpunkt der Kontrolle nicht verwendet wird, während die Sau ruhig liegt.

6.5.4 Verwendung nach der Geburt

Von am Projekt „OptiZucht“ beteiligten Züchter*innen wurde der Jutesack nach der Beurteilung oftmals ins Ferkelnest gelegt, wodurch die Ferkel lieber im Ferkelnest liegen dürften, da er nach der Muttersau riecht. Die Züchter*innen berichteten auch wiederholt, dass die Sauen aufgrund des Jutesackes während der Geburt ruhiger waren (Pfeiffer et al., 2019a). Sowohl in Systemen mit als auch ohne Fixierung der Sau können die Jutesäcke nach der Geburt der Ferkel ins Ferkelnest gelegt werden, was dieses nach Wassmuth et al. (2017) attraktiver für die Ferkel macht und wahrscheinlich zu einer starken Mutter-Nachwuchs-Beziehung führt.

6.6 Indirekte Erfassung des „Nestbauverhaltens“ durch den Jutesackscore

6.6.1 Beurteilung des Jutesackzustandes

Die Variabilität der Beurteilung des Zustandes der Jutesäcke war gering. Während 18 Säcke mit Score 1 oder 2 beurteilt wurden, wurden nur fünf mit Score 3 oder 4 beurteilt, also knapp 22%. Bei der Beurteilung der Jutesäcke auf allen 24 am Projekt „OptiZucht“ beteiligten Schweinezuchtbetrieben konnte ähnliches beobachtet werden: Nur knapp 23% der Jutesäcke bekamen Score 3 oder 4 (Pfeiffer et al., 2019a). Eventuell wäre es daher sinnvoll, bei der Erfassung des „Nestbauverhaltens“ mittels Jutesackscore die beiden höchsten Scores zusammenzufassen. Dies würde darüber hinaus helfen, die manchmal unklare Unterscheidung von „deutlicher“ und „extremer“ Verwendung zu vermeiden die (v.a. bei fehlender Information, ob der Sack aus der Halterung gerissen wurde oder nicht).

6.6.2 Zusammenhänge des Verhaltens mit dem Jutesackzustand

Die Spearman-Rangkorrelation für das gesamte „Nestbauverhalten“ (also alle dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen zusammen) und dem durch die Züchter*innen vergebenen Jutesackscores ist mit $r=0,425$ ($p=0,043$) nur als gering zu bewerten (Nachtigall und Wirtz, 2004). Wurden die Beurteilungen mit Score 3 und 4 zusammengefasst, ergab sich keine nennenswerte Änderung der Rang-Korrelation ($r=0,435$, $p=0,038$).

Dagegen war die Korrelation der auf das Objekt „Jutesack“ gerichteten Verhaltensweisen miteinander teilweise hoch und deren Korrelation mit dem Jutesackscore moderat. Dieser relativ starke Zusammenhang ist naheliegend – Sauen, die sich mehr mit dem Sack beschäftigten und ihn insbesondere häufiger bissen, zerstörten ihn auch stärker. Der Zusammenhang von gegen den Jutesack gerichtetem „Nestbauverhalten“ und dem Jutesackscore konnte auch durch ein lineares Modell bestätigt werden.

Scharrende Bewegungen werden nicht im Zustand des Jutesackes abgebildet. Dies erklärt auch die geringe Korrelation des „Nestbauverhaltens“ mit dem Jutesackscore. Im linearen Modell lag sogar (abgesehen von Scharren des Jutesackes) ein negativer Effekt auf die Beurteilung des Jutesackes vor. Scharren ist jedoch als integraler Bestandteil des Nestbauverhaltens anzusehen. Nach Gundlach (1968, zitiert in Briedermann und Stöcker, 2009) wurde herabfallendes Material wurde mit den Vorderbeinen herangeholt. Auch Jensen et al. (2002) beobachteten, dass Nestbaumaterial mit scharrenden Bewegungen der

Vorderbeine ins Nest verbracht wurde. Bei Vontobel et al. (2018) scharren alle Sauen am Boden und am Nestbaumaterial.

Um scharrende Bewegungen zu erfassen, müssten andere Methoden gesucht werden, etwa Messungen der Bewegungen mittels Akzelerometer. Dagegen spricht jedoch deren Anfälligkeit für technische Probleme (Verrutschen bzw. Verlust) wie sie von Mayer und Zöchbauer (2016) berichtet wurden, die Hobo® Pendant® Acceleration Data Logger an den Hinterbeinen der Sauen anbrachten, um ihre Grundaktivität (Steh- und Liegeverhalten) zu erfassen. Scharrende Bewegungen müssten an den Vorderbeinen gemessen werden, was eine höhere Fehleranfälligkeit bedingen würde, da die Sauen die Messgeräte mit dem Maul erreichen könnten.

Bei der in der in der vorliegenden Studie verwendeten Höhe der Aufhängung der Jutesäcke und der Methode der Beurteilung ihrer Bearbeitung ergibt sich nur eine geringe Korrelation des Jutesackscores mit dem Verhalten der Sauen. Daher erscheint es notwendig, dieses Verfahren der indirekten Erfassung des „Nestbauverhaltens“ zu adaptieren. Eventuell genügt es, den Jutesack in geringerer Höhe aufzuhängen, um scharrende Bewegungen der Sauen zu erfassen. Interessant wäre es auch, zu untersuchen, ob durch eine Anbringung von Messgeräten am Jutesack – bzw. mit diesem verbunden, aber außer Reichweite des Tieres – das „Nestbauverhalten“ abgelesen werden kann.

6.6.3 Vergleich des Jutesackscores mit anderen Verfahren zur indirekten Erfassung des „Nestbauverhaltens“

Die in den verschiedenen Positionen verbrachte Zeit, mit Ausnahme von Bauchlage, korrelierte jeweils statistisch signifikant mit der Gesamtdauer dem Nestbau zugeordneter Verhaltensweisen: Die Dauer der „aktiven“ Zeit (Sitzen und Stehen) korrelierte positiv, Seitenlage hingegen negativ mit dem gesamten „Nestbauverhalten“. Schwächer war hingegen der Zusammenhang der in den Positionen verbrachten Zeit mit der Beurteilung des Jutesackes: Hier gab es nur eine geringe positive Korrelation mit Sitzen und eine geringe negative Korrelation mit Seitenlage. Dies ist nachvollziehbar, da im Sitzen mehr „Nestbauverhalten“ gezeigt wird. Die wenigen in Seitenlage gezeigten, dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen („Wühlen liegend“ und „Scharren liegend“) bildeten sich nicht im Jutesackscore ab.

Wie Oczak et al. (2016) zeigten, ist eine Erfassung drei verschiedener Positionen („aktiv“, „Seitenlage“ sowie „Bauchlage“) auch durch eine automatische Messung mittels 3-Achsen-Akzelerometer (SMARTBOW® Ear tag) mit einer Treffsicherheit (accuracy) von 0,70 (70%) möglich. Aus diesen Daten lässt sich „Nestbauverhalten“ mit 86%-iger Treffsicherheit feststellen, und diese Technik kann als Teil eines automatischen Precision Livestock Farming (PLF)-Monitorsystems verwendet werden. Die Anwendung dieser Technik im Abferkelstall würde es erlauben, Sauen erst nach Beendigung des „Nestbauverhaltens“ in den Kastenstand zu sperren und somit die Fixierung auf die ersten Tage nach der Geburt zu beschränken, wenn das Erdrückungsrisiko hoch, das Bewegungsbedürfnis der Sauen aber gering ist (Oczak et al., 2016). Allerdings kann mit dieser Methode nur darauf geschlossen werden, ob „Nestbauverhalten“ gezeigt wird, und nicht auf dessen tatsächliche Dauer und Intensität.

Eine ähnlich einfache Beurteilungsmethode des Nestbauverhaltens wie durch den Jutesackscore schlagen Ocepek und Andersen (2017) vor: In den letzten 24 Stunden vor dem erwarteten Geburtszeitpunkt wurde zweimal täglich – während der Morgen- und Abendfütterung – mittels eines qualitativen Scores von 1-3 festgestellt, ob die Sauen kein, unter 50% oder über 50% ihrer aktiven Zeit „Nestbauverhalten“ zeigten. Die polyseriale Korrelation dieses Scores mit dem auf Video aufgezeichneten (12 Stunden kontinuierliche Aufnahme, Auswertung mittels „instantaneous sampling“ in 5-min Intervallen) und als „Nestbau“ definierten Verhalten betrug $r=0,469$ ($p=0,007$). Diese wurde von den Autor*innen als moderate Korrelation bewertet und lag geringfügig höher, als die in der vorliegenden Studie gefundene Rang-Korrelation von $r=0,425$ ($p=0,043$) des „Nestbauverhaltens“ mit dem Jutesackscore.

Aufgrund der methodischen Unterschiede ist dieses Ergebnis nicht direkt mit dem der vorliegenden Studie vergleichbar, die Korrelationen zeigen aber eine ähnliche Größenordnung zweier verschiedener qualitativer Scores der indirekten Messung des „Nestbauverhaltens“. Der in dieser Studie verwendete Jutesack erfüllt einen doppelten Zweck: Zum einen scheint durch ihn „Nestbauverhalten“ ausgelöst bzw. verstärkt und verlängert zu werden. Zum anderen dient er als Indikator für die Ausprägung dieses Verhaltens. Ein Jutesack ist bei der Methode von Ocepek und Andersen (2017) nicht notwendig, sehr wohl aber Material, das das Nestbauverhalten triggern bzw. stimulieren und

prolongieren kann, in diesem Fall Stroh und Sägespäne. Da sowohl der in der vorliegenden Studie getestete Score zur indirekten Beurteilung des „Nestbauverhaltens“ als auch der von Ocepek und Andersen (2017) entwickelte Score nur eine geringe Korrelation mit dem tatsächlich beobachteten Verhalten der Sauen aufweisen, erscheint es fraglich, ob diese Verfahren in der züchterischen Praxis eingesetzt werden können.

6.7 Zusammenhänge der Reproduktionsleistung mit „Nestbauverhalten“ und Jutesackscore

In der vorliegenden Studie wurden durchschnittlich 12,2 Ferkel lebend geboren. Im Durchschnitt wurden 8,7% der Ferkel tot geboren. Von der Sau erdrückt wurden durchschnittlich 7,0% der lebend geborenen Ferkel; allerdings war nur auf Betrieb 2 die Zahl erdrückter Ferkel bekannt. Im Gesamtprojekt „OptiZucht“ gab es durchschnittlich 13,1 lebend geborene Ferkel, 7,9% der Ferkel wurden tot geboren, 8,4% der lebend geborenen Ferkel wurden erdrückt (Pfeiffer et al. 2019a). Die in der vorliegenden Studie gefundenen Zahlen zur Reproduktionsleistung der Sauen entsprechen also größenordnungsmäßig jenen des Gesamtprojektes. Deutlich mehr Ferkel als in der vorliegenden Studie mit Sauen in Kastenständen wurden von den nicht fixierten Sauen in der Studie von Höinghaus (2012) erdrückt, sowohl in den Einzel- (12,4%) als auch den Gruppenabferkelbuchten (11,3%).

In der vorliegenden Studie gab es nur eine sehr geringe Korrelation von $r=0,024$ ($p=0,914$) der Wurfgröße mit der Zahl an Totgeburten. Dementsprechend sind die hier gefundenen Korrelationen des Verhaltens sowohl mit der Anzahl als auch dem Anteil an Totgeburten hinsichtlich Richtung sowie Höhe sehr ähnlich. Grundsätzlich sind Zusammenhänge mit dem Anteil tot geborener Ferkel aussagekräftiger, da dieser relativ die Wurfgröße berücksichtigt. Das Merkmal 'Anzahl an tot geborenen Ferkeln' ist als absolute Größe anfällig für Verzerrungen, weil größere Würfe ein höheres Risiko für Totgeburten aufweisen können (Udomchanya et al., 2019). Dies ist insbesondere bei einer geringen Zahl an untersuchten Würfen wie in der vorliegenden Studie wichtig.

Je öfter die Sauen in der vorliegenden Studie in den 12 Stunden vor der Geburt ihre Position änderten, desto geringer war die Anzahl der von ihnen tot geborenen Ferkel ($r=-0,483$, $p=0,023$: geringe negative, statistisch signifikante Korrelation). Dieser Zusammenhang konnte auch mit einem linearen Modell bestätigt werden. Die Zahl an Positionswechseln

korrelierte moderat negativ mit dem Anteil tot geborener Ferkel. Dieser Zusammenhang wurde in dem Modell nicht bestätigt. Die Dauer von „Sack scharren“ korrelierte moderat negativ sowohl mit der absoluten Zahl tot geborener Ferkel als auch mit deren Anteil an den gesamt geborenen Ferkeln. Diese Zusammenhänge konnten in dem linearen Modell ebenfalls nicht bestätigt werden. Die hier gefundenen Zusammenhänge des Verhaltens mit Totgeburten sind also nicht eindeutig.

Weder die Zahl an Positionswechseln noch die Dauer von „Sack scharren“ bildeten sich eindeutig im Zustand des Jutesackes ab. Es erscheint aber möglich, dass durch die Zurverfügungstellung des Jutesackes das „Nestbauverhalten“ angeregt und dadurch die Anzahl der tot geborenen Ferkeln vermindert wurde. Nach der Übersichtsarbeit von Yun und Valros (2015) kann die Verhinderung vorgeburtlichen „Nestbauverhaltens“ einen schädlichen Effekt auf den Geburtsverlauf haben und es dadurch, vor allem aufgrund verlängerter Zwischenferkelintervalle, zu mehr Totgeburten kommen.

In der Studie von Pedersen et al. (2006), in der mit durchschnittlich 13,2 Ferkeln ähnlich große Würfe vorlagen wie jene in der vorliegenden Studie, korrelierten Totgeburten positiv mit einer höheren Variabilität der Zwischenferkelintervalle. Hansen et al. (2017) hingegen fanden zwischen Sauen im Kastenstand und nicht fixierten Sauen keine signifikanten Unterschiede in der Dauer der Zwischenferkelintervalle sowie in der Zahl gesamt (17,6 vs. 17,4, $p=0,70$) bzw. tot geborener (0,70 vs. 0,50, $p=0,18$) Ferkel, obwohl die nicht fixierten Sauen mehr Zeit mit „Nestbauverhalten“ verbrachten.

Es konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge des Verhaltens der Sauen mit der Anzahl oder dem Anteil der von ihnen erdrückten Ferkel festgestellt werden. Ein Grund dafür dürfte sein, dass diese Zahl nur von Betrieb 2, d.h. nur von 15 Würfen bekannt war. Außerdem gibt es außer dem Verhalten der Sau zahlreiche weitere Faktoren, welche das Erdrücken von Ferkeln begünstigen, etwa große und unausgeglichene Würfe.

In der vorliegenden Studie korrelierte „Seitenlage“ statistisch signifikant negativ mit der Gesamtdauer des „Nestbauverhaltens“ und auch mit dem Jutesackscore. Bei Pedersen et al. (2006) korrelierte die Dauer der Seitenlage in den letzten 4h vor der Geburt mit der Anzahl der erdrückten Ferkel. Also könnte es sein, dass sich ein Risikofaktor für eine hohe Zahl erdrückter Ferkel an einer geringen Dauer und Intensität vorgeburtlichen

„Nestbauverhaltens“ zeigt und indirekt in einer niedrigen Zustandsbeurteilung des Jutesackes abbildet. Jedenfalls scheint vorgeburtliches Liegen in Seitenlage ein eher schlechtes Zeichen zu sein. Nach der Geburt ist es im Gegensatz zur Bauchlage hingegen mit längeren Säugeperioden verbunden (Cronin und Smith, 1992) und daher positiv zu sehen.

Der zeitliche Verlauf des „Nestbauverhaltens“ (Höhepunkt, letzte Nestbauverhaltensweise und Positionsänderung) zeigte keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit anderen Verhaltensparametern, der Beurteilung des Zustandes der Jutesäcke oder mit den Daten zum Reproduktionserfolg der Sauen. Somit kann auch der von Illmann et al. (2014 und 2016) gefundene Zusammenhang von spätem vorgeburtlichen „Nestbauverhalten“ mit einer größeren Gefährdung der Ferkel durch die Muttersau nach der Geburt nicht bestätigt werden.

7. Schlussfolgerungen

7.1 Beantwortung der 1. Fragestellung

Die erste Fragestellung und die dazugehörigen Hypothesen lassen sich mit „ja“ beantworten: Das Verhalten verschiedener Sauen vor der Geburt ist deutlich voneinander unterscheidbar.

- 1.a)** Die Gesamtheit dem Nestbau zugeordneten Verhaltens und einzelne Verhaltensweisen davon wurden unterschiedlich lange und häufig gezeigt.
- 1.b)** Ebenso gab es Unterschiede in der relativen Verteilung des Gesamtverhaltens auf die einzelnen Verhaltensweisen sowie im zeitlichen Verlauf des Verhaltens.

7.2 Beantwortung der 2. Fragestellung

Die zweite Fragestellung und die dazugehörigen Hypothesen lassen sich nur teilweise mit „ja“ beantworten: Die Gesamtheit des „Nestbauverhaltens“ der Sauen korrelierte gering mit dem Jutesackscore, ein Teil der vorgeburtlichen Verhaltensweisen korrelierte moderat mit dem Jutesackscore, allerdings konnten diese Zusammenhänge nur teilweise mit einem linearen Modell bestätigt werden.

- 2.a)** Es ergab sich eine geringe Rang-Korrelation für die Gesamtdauer dem Nestbau zugeordneter Verhaltensweisen und den mittels Jutesackscore gemessenen Zustand der Jutesäcke. Dieser Zusammenhang konnte jedoch im linearen Modell nicht bestätigt werden. Der Zusammenhang des gesamten „Nestbauverhaltens“ einer Sau mit dem Zustand eines ihr zur Verfügung gestellten Jutesackes ist daher nicht eindeutig.
- 2.b)** Die Gesamtdauer „gegen den Jutesack“ gerichteter Verhaltensweisen korrelierte moderat mit dem Jutesackscore. Dieser Zusammenhang konnte durch ein lineares Modell bestätigt werden. Es zeigte sich also ein deutlicher Zusammenhang des Zustandes der Jutesäcke mit der Ausprägung der dem direkt auf den Sack gerichteten, dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen der Sauen.

7.3 Beantwortung der 3. Fragestellung

Es konnten nur wenige statistisch signifikante Zusammenhänge der Reproduktionsdaten (Anzahl und Anteil tot geborener und erdrückter Ferkel) der Sauen mit ihrem Verhalten und den Jutesackscores gefunden werden.

3.a) Die Hypothese eines deutlichen Zusammenhanges der Reproduktionsdaten mit der Ausprägung des „Nestbauverhaltens“ einer Sau kann nur teilweise bestätigt werden: Es gab eindeutige Zusammenhänge des Verhaltens mit der Anzahl und dem Anteil tot geborener Ferkel, es konnten jedoch keine eindeutigen Zusammenhänge des Verhaltens mit der Zahl oder dem Anteil erdrückter Ferkel festgestellt werden.

3.b) Die Hypothese eines direkten Zusammenhanges der Reproduktionsdaten mit dem Zustand des Jutesackes muss als widerlegt angesehen werden.

Allerdings scheint der Jutesack geeignet zu sein, Verhalten anzuregen, welches zu weniger tot geborenen Ferkeln führt. Möglicherweise hat die Verhaltensanregung durch den Jutesack auch positive Auswirkungen auf das Wohlergehen der Sauen. Diese Zusammenhänge müssten jedoch in weiteren Studien überprüft werden. Als erstes müsste dabei die bessere Eignung des Jutesackes zur Anregung des „Nestbauverhaltens“ im Kastenstand im Vergleich zu anderen Materialien nachgewiesen werden.

Der Zusammenhang des Jutesackscores mit „gegen den Jutesack gerichtetem Nestbauverhalten“ war eindeutig, nicht aber der Zusammenhang des Jutesackscores mit dem gesamten „Nestbauverhalten“. Insbesondere scharrende Bewegungen bildeten sich nicht adäquat im Zustand der Jutesäcke ab. Um praxistauglich zu sein, müsste die in der vorliegenden Studie untersuchte Methode der indirekten Bestimmung des „Nestbauverhaltens“ näher überprüft und evtl. modifiziert oder ergänzt werden.

Interessant wäre außerdem, das in den Trog gerichtete Verhalten, welches hier der „Nahrungsaufnahme“ zugerechnet wurde, genauer zu beobachten. Auch die hier als „Vorbeuge“ definierte und dem „Stehen“ zugerechnete Position könnte näher untersucht werden. Ebenso wäre eine Untersuchung der im Liegen gezeigten, hier „Wühlen“ und Scharren“ zugerechneten „Nestbauverhaltensweisen“ interessant.

Literaturverzeichnis

Algers B., Uvnäs-Moberg K. (2007): Maternal behavior in pigs. *Hormones and Behavior* 52, 78-85

Andersen I.L., Berg S., Bøe K.E. (2005): Crushing of piglets by the mother sow (*Sus scrofa*) - purely accidental or a poor mother? *Applied Animal Behavior Science* 70, 99-114

Bolhuis J.E., Raats-van den Boogaard A.M.E., Hoofs A.I.J., Soede N.M. (2018): Effects of loose housing and the provision of alternative nesting material on peri-partum sow behaviour and piglet survival. *Applied Animal Behaviour Science* 202, 28-33

Briedermann L., Stöcker B. (2009): *Schwarzwild*. Neuausgabe, Kosmos Verlag Stuttgart

Burri M., Wechsler B., Gygax L., Weber R. (2009): Influence of straw length, sow behaviour and room temperature on the incidence of dangerous situations for piglets in a loose farrowing system. *Applied Animal Behaviour Science* 117, 181–189

Cohen J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Auflage). Hillsdale N.J., L. Erlbaum Associates.

In: <https://blogs.uni-paderborn.de/fips/2014/11/26/zusammenhangsmasse/> 07.04.2020

Cronin G.M., Smith J.A. (1992): Effects of accommodation type and straw bedding around parturition and during lactation on the behaviour of primiparous sows and survival and growth of piglets to weaning. *Applied Animal Behaviour Science* 33, 191-208

Damm B.I., Lisborg L., Vestergaard K.S., Vanicek J. (2003): Nestbuilding, behavioral disturbances and heart rate in farrowing sows kept in crates and Schmid pens. *Livestock Production Science* 80, 175-187

Damm B.I., Vestergaard K.S., Schrøder-Petersen D.L., Ladewig J. (2000): The effects of branches on prepartum nest building in gilts with access to straw. *Applied Animal Behaviour Science* 69, 113-124

Edwards S.A., Fraser D. (1997): Housing systems for farrowing and lactation. *Pig Journal* 39, 77–89

EU (2008): Richtlinie 2008/120/EG des Rates vom 18. Dezember 2008 über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen. Amtsblatt der Europäischen Union, 18.02.2009

Katja Grandinson K (2005): Genetic background of maternal behaviour and its relation to offspring survival. *Livestock Production Science* 93, 43-50

Gundlach H. (1968): Brutfürsorge, Brutpflege, Verhaltensontogenese und Tagesperiodik beim Europäischen Wildschwein (*Sus scrofa* L.). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 25/8, 955–995

Gustafsson M., Jensen P., de Jonge F., Illmann G., Spinka M. (1999): Maternal behaviour of domestic sows and crosses between domestic sows and wild boar. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 29-42

Hales J., Moustsen V.A., Nielsen M.B.F., Hansen C.F. (2015a): Temporary confinement of loose-housed hyperprolific sows reduces piglet mortality. *Journal of Animal Science* 93, 4079–4088

Hales J., Moustsen V.A., Devreese A.M., Nielsen M.B.F., Hansen C.F. (2015b): Comparable farrowing progress in confined and loose housed hyper-prolific sows. *Livestock Science* 171, 64–72

Hansen C.F., Hales J., Weber P.M., Edwards S.A., Moustsen V.A. (2017): Confinement of sows 24h before expected farrowing affects the performance of nest building behaviours but not progress of parturition. *Applied Animal Behaviour Science* 188, 1-8

Heidinger B., Stinglmayer J., Maschat K., Oberer M., Blumauer E., Kuchling S., Leeb C., Hatzmann E., Zentner E., Hochfellner L., Laubichler C., Dolezal M., Schwarz L., Mösenbacher-Molterer I., Vockenhuber D., Baumgartner J. (2017): Pro-Sau Abschlussbericht. Evaluierung von neuen Abferkelbuchten mit Bewegungsmöglichkeiten für die Sau. Forschungsprojekte Nr. 100964, 100986, 101062, BMLFUW-LE.1.3.2/0086-II/1/2013

Höinghaus K. (2012): Nestbauverhalten und Erdrückungsverluste in zwei unterschiedlichen Abferkelsystemen. Masterarbeit, BOKU, Wien

Illmann G., Chaloupková H., Melišová M. (2016): Impact of sow prepartum behavior on maternal behavior, piglet body weight gain, and mortality in farrowing pens and crates. *Journal of Animal Science* 94, 3978-3986

Illmann G., Chaloupková H., Neuhauserová K. (2014): Effect of pre- and post-partum sow activity on maternal behaviour and piglet weight gain 24 h after birth. *Applied Animal behaviour Science* 163, 80-88

Heckt W.L., Widowski T.M., Curtis S.E., Gonyou H.W. (1988): Pre-partum behaviour of gilts in three farrowing environments. *Journal of Animal Science* 66, 1378–1385

Jensen P. (1986): Observations on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Hygiene, Report 22

Jensen P. (1988): Maternal Behavior of Free-ranging Domestic Pigs. Results of a Three-year Study. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Hygiene, Section of Animal Behaviour. *Applied Animal behaviour Science* 16, 131-142

Jensen P. (1993): Nest-building in domestic sows: the role of external stimuli. *Animal Behavior* 45, 351-358

Jensen P. (2002): Behavior of Pigs. Pg. 165 in: *The Ethology of Domestic Animals*, edited by Jensen P.. CAB International

Mayer F., Zöchbauer P. (2016): Reaktion von Zuchtsauen auf die zeitlich begrenzte Fixierung im Abferkelstall – Analyse physiologischer und ethologischer Indikatoren. Masterarbeit, BOKU Wien

Meynhardt H. (2013): *Schwarzwild Report – mein Leben unter Wildschweinen*. Ulmer Verlag, 9. Auflage (1. Auflage 1977)

Nachtigall C., Wirtz M. A. (2004). *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Inferenzstatistik* (3. Aufl.). Juventa Verlag, Weinheim.

In: <https://blogs.uni-paderborn.de/fips/2014/11/26/zusammenhangsmasse/> 07.04.2020

Ocepek M., Andersen I.L. (2017): What makes a good mother? Maternal behavioural traits important for piglet Survival. *Applied Animal Behaviour Science* 193, 29-36

Oczak M., Maschat K., Berckmans D., Vranken E., Baumgartner J. (2015): Classification of nest-building behavior in non-crated farrowing sows on the basis of accelerometer data. *Biosystems Engineering* 140, 48-58

Oczak M., Maschat K., Berckmans D., Vranken E., Baumgartner J. (2016): Can an automated labelling method based on accelerometer data replace a human labeller? – Postural profile of farrowing sows. *Computers and Electronics in Agriculture* 127, 168–175

Pedersen L.J., Jørgensen E., Heiskanen T., Birgitte I. Damm B.I. (2006): Early piglet mortality in loose-housed sows related to sow and piglet behaviour and to the progress of parturition. *Applied Animal Behaviour Science* 96, 215-232

Pfeiffer C., Leeb C., Winckler C. (2017a): *OptiZucht – Handbuch zur Datenerfassung von Mütterlichkeit und Wurfmerkmalen*. Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften

Pfeiffer C., Draxl C., Fürst-Waltl B., Knapp P., Leeb C., Willam A., Winckler C. (2017b): *OptiZucht – Entwicklung, Erfassung, Validierung und züchterische Optimierung ausgewählter funktionaler Merkmale bei Muttersauen und Ferkeln in Österreich*. Erster Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Nr. 101165. Department für nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur Wien

Pfeiffer C., Draxl C., Fürst-Waltl B., Knapp P., Leeb C., Willam A., Winckler C. (2019a): *OptiZucht – Entwicklung, Erfassung, Validierung und züchterische Optimierung ausgewählter funktionaler Merkmale bei Muttersauen und Ferkeln in Österreich*. Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Nr. 101165. Department für nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur Wien

Pfeiffer C., Draxl C., Fürst-Waltl B., Knapp P., Leeb C., Willam A., Winckler C., Schodl K., Fuchs M. (2019b): *OptiZucht – Entwicklung, Erfassung, Validierung und züchterische Optimierung ausgewählter funktionaler Merkmale bei Muttersauen und Ferkeln in Österreich – Forschungsprojekt Nr. 101165*. Zwischenbericht 3 – Erhebungen zu dem

Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen von Muttersauen sowie Wiederaufnahme der Datenerfassung zur Wurfqualität. Department für nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur Wien

Spinka M., Illmann G., de Jonge F., Andersson M., Schuurman T., Jensen P. (2000): Dimensions of maternal behaviour characteristics in domestic and wild domestic crossbred sows. *Applied Animal Behaviour Science* 70, 99-114

Stolba A., Wood-Gush D.G.M. (1989): The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Animal Production* 48, 419-425

Thodberg Karen, Jensen Karin H., Herskin Mette S. (2002): Nest building and farrowing in sows: relation to the reaction pattern during stress, farrowing environment and experience. *Applied Animal Behaviour Science* 77, 21-42

THVO (2017): 1. Tierhaltungsverordnung, BGBl. II Nr. 485/2004 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 151/2017. Fassung vom 04.10.2017

Udomchanya J., Suwannutsiri A., Sripantabut K., Pruchayakul P., Juthamane P., Nuntapaitoon M., Tummaruk P. (2019): Association between the incidence of stillbirths and expulsion interval, piglet birth weight, litter size and carbetocin administration in hyperprolific sows. *Livestock Science* 227, 128-134

Valros A., Rundgren B., Špinka M., Saloniemi H., Algers B. (2003): Sow activity level, frequency of standing-to-lying posture changes and anti-crushing behaviour—within sow-repeatability and interactions with nursing behaviour and piglet performance. *Applied Animal Behaviour Science* 83, 29-40

Vanheukelom V., Driessen B., Geers R. (2012): The effects of environmental enrichment on the behaviour of suckling piglets and lactating sows: A review. *Livestock Science* 143, 116-131

Viera A.J., Garrett J.M. (2005), Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic. *Family Medicine* 37, 360-363.

Vontobel C., Wechsler B., Weber R., Burla J.B. (2018): Variation des Nestbauverhaltens vor dem Abferkeln bei freibeweglichen Sauen. Freiburg, KTBL-Schrift 514, 176-187

Wassmuth R., Biestmann C., Janssen H. (2017): Behaviour and performance of suckling gilts and their piglets in single housing with different fixation times. Archives Animal Breeding 60, 101-104

Wemelsfelder F., Birke L. (1997): Environmental challenge. In: Appleby M.C., Hughes B.O. (Eds.): Animal Welfare. CAM International, 35–47.

Wischner D., Kemper N., Krieter J. (2009): Nest-building behaviour in sows and consequences for pig husbandry. Livestock Science 124, 1-8

Yun J., Valros A. (2015): Benefits of Prepartum Nest-building Behaviour on Parturition and Lactation in Sows — A Review. Asian Australasian Journal of Animal Science, Vol. 28, No. 11, 1519-1524

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sau der Rasse Edelschwein (ES)	23
Abbildung 2: Kreuzungssau (F1) aus Landrasse und Edelschwein	23
Abbildung 3: Befestigung des Jutesackes (©Pfeiffer)	24
Abbildung 4: Jutesäcke aus den vier Beurteilungskategorien (©Pfeiffer)	24
Abbildung 5: Jutesack-Beurteilung am Institut für Nutztierwissenschaften	25
Abbildung 6: Kameraperspektive auf Betrieb 1	26
Abbildung 7: Kameraperspektive auf Betrieb 2	26
Abbildung 8: Verhaltensweise „Sack drücken“	30
Abbildung 9: Verhaltensweise „Sack bewegen“	30
Abbildung 10: Verhaltensweise „Sack beißen“	30
Abbildung 11: Verhaltensweise „Sack zerrén“	30
Abbildung 13: Dauer Verhaltensweisen und Positionen von Sau 2	45
Abbildung 14: Dauer Verhaltensweisen und Positionen von Sau 4	45
Abbildung 15: Dauer Verhaltensweisen und Positionen von Sau 5	46
Abbildung 16: Dauer Verhaltensweisen und Positionen von Sau 7	46
Abbildung 17: Dauer Verhaltensweisen und Positionen von Sau 14	47
Abbildung 18: Dauer Verhaltensweisen und Positionen von Sau 18	457
Abbildung 19: Zusammenhang der Berteilung des Jutesackes mit dem Nestbau zugeordneten Verhaltensweisen	53
Abbildung 20: Zusammenhang der Beurteilung des Jutesackes mit gegen den Jutesack gerichteten Verhaltensweisen	53
Abbildung 21: Zusammenhang „Scharren“ und tot geborene Ferkel:	58
Abbildung 22: Zusammenhang Scharren gegen den Jutesack und tot geborener Ferkel:	58
Abbildung 23: Zusammenhang Positionswechseln und tot geborener Ferkel	59
Abbildung 24: Zusammenhang gegen die Bucht gerichtetem Nestbauverhalten und erdrückter Ferkel	59
Abbildung I: Zwei Beispiele der optischen Feststellung der Stunde mit der meisten Aktivität	88
Abbildungen II bis XXIV: Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltens- weisen (in Minuten pro Stunde) während der zwölf Stunden ante partum von Sau 1 bis 23	96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Projektbetrieb, Rasse und Wurfzahl der Sauen	22
Tabelle 2: Bewertung gewichteter Kappa-Koeffizienten	25
Tabelle 3: Zusammenfassung der Verhaltensweisen nach Verhaltensobjekt	31
Tabelle 4: Zusammenfassung und Unterteilung der Verhaltensweisen	32
Tabelle 5: Zusammenfassung der Positionen	33
Tabelle 6: Summe des gesamten „Nestbauverhaltens“	40
Tabelle 7: Nach Objekt und Art zusammengefasstes Verhalten	42
Tabelle 8: Verweildauer in den Positionen	43
Tabelle 9: Positionswechsel	44
Tabelle 10: Korrelationen der Verhaltensweisen	49
Tabelle 11: Korrelationen von Positionswechsel, Positionen und „Nestbauverhalten“	50
Tabelle 12: Einfluss von Betrieb, Rasse und Wurfzahl auf das „Nestbauverhalten“	50
Tabelle 13: Jutesackscore und Verhaltensweisen der Sauen	51
Tabelle 14: Korrelationen der Scores mit den Verhaltensweisen	52
Tabelle 15: Einfluss des gesamten „Nestbauverhaltens“ auf den Jutesackscore	54
Tabelle 16: Einfluss des Verhaltensobjektes auf den Jutesackscore	55
Tabelle 17: Einfluss der Art des Verhaltens auf den Jutesackscore	56
Tabelle 18: Einfluss von Objekt und Art des Verhaltens auf den Jutesackscore	56
Tabelle 19: Reproduktionsdaten der Sauen	57
Tabelle 20: Einfluss der Positionswechsel auf die Zahl tot geborener Ferke	60
Tabelle 21: Einfluss von Objekt und Art des Verhaltens auf auf tot geborene Ferkel	61
Tabelle I: Daten zum zeitlichen Verlauf des Verhaltens der Sauen	97
Tabelle II: Gegen die Bucht gerichtete Verhaltensweisen	98
Tabelle III: Gegen den Jutesack gerichtete Verhaltensweisen	98
Tabelle IV: „Wühlen“	99
Tabelle V: „Beißen“	99
Tabelle VI: „Scharren“	100
Tabelle VII: Betrieb, Jutesackscore, Positionen und Positionswechsel der Sauen	101
Tabelle VIII: Korrelationen von Reproduktionsdaten, Sackscore und Verhalten	102

Anhang

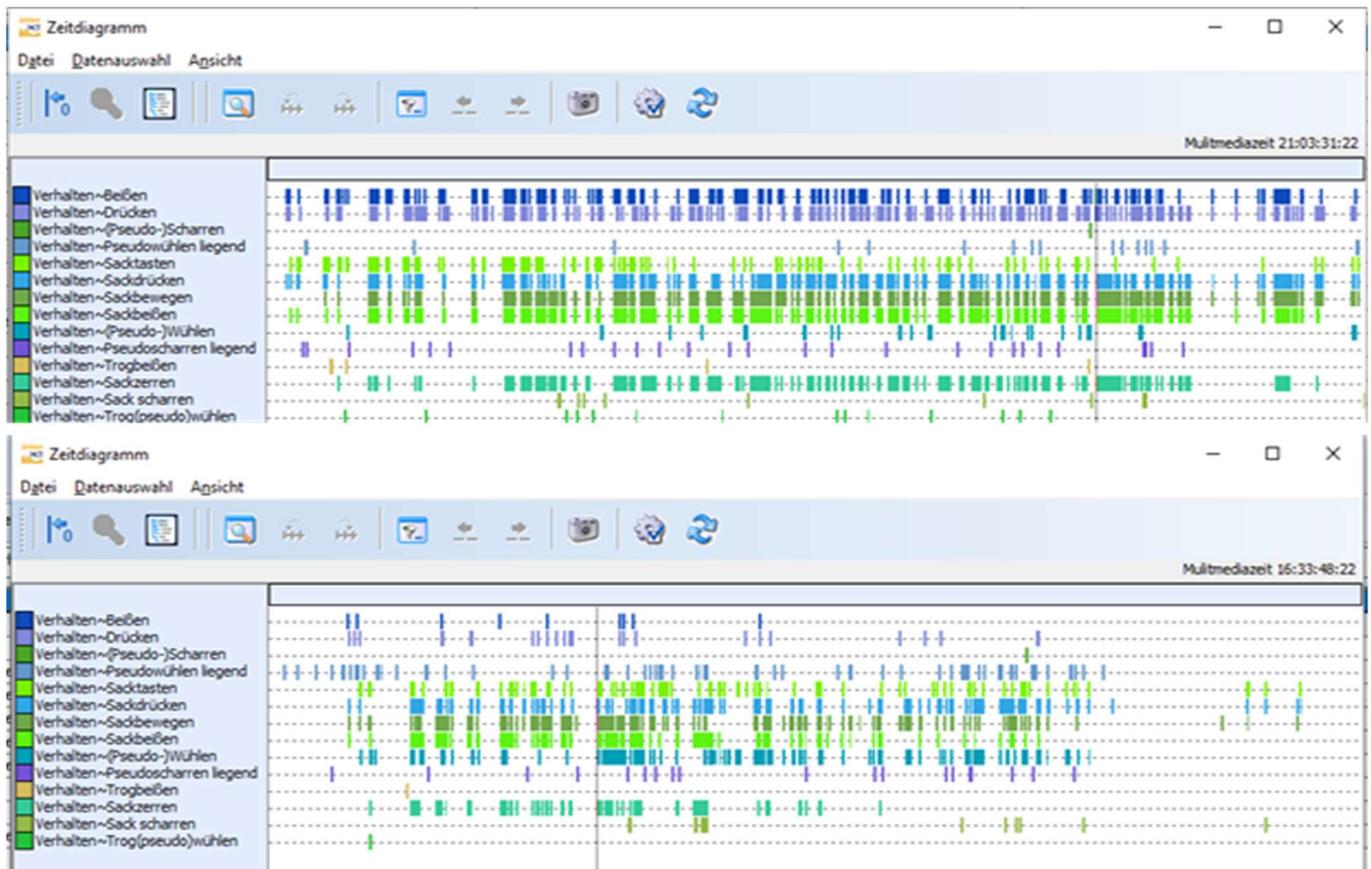
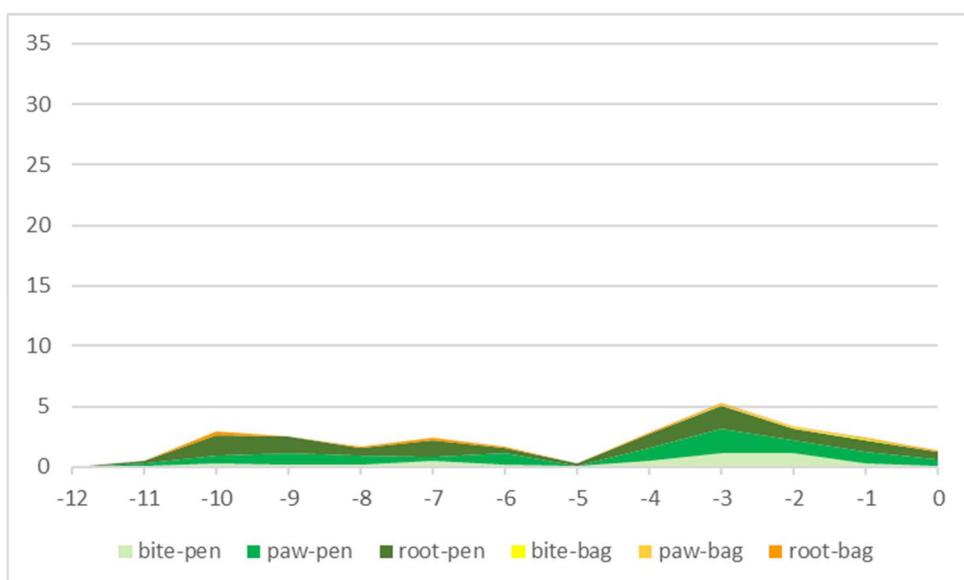
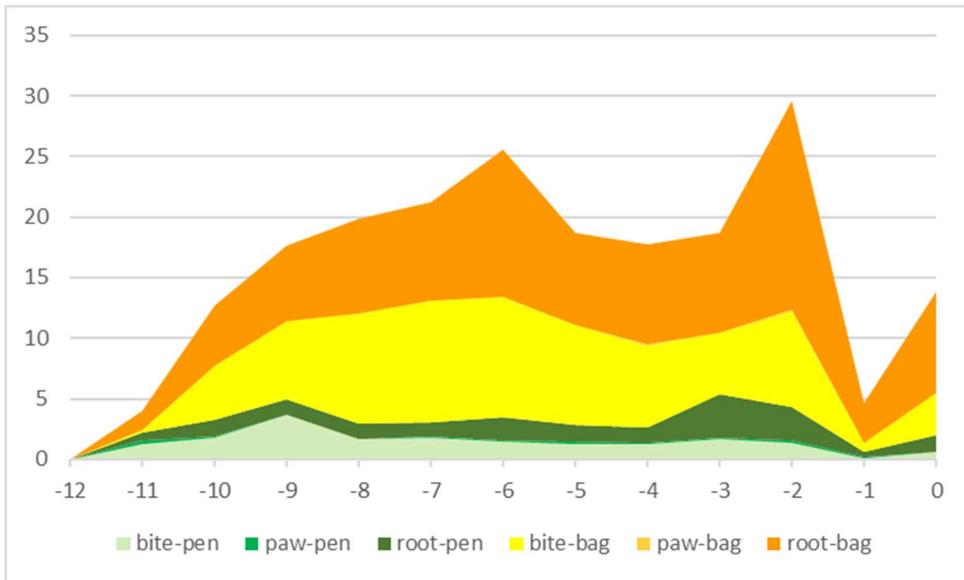


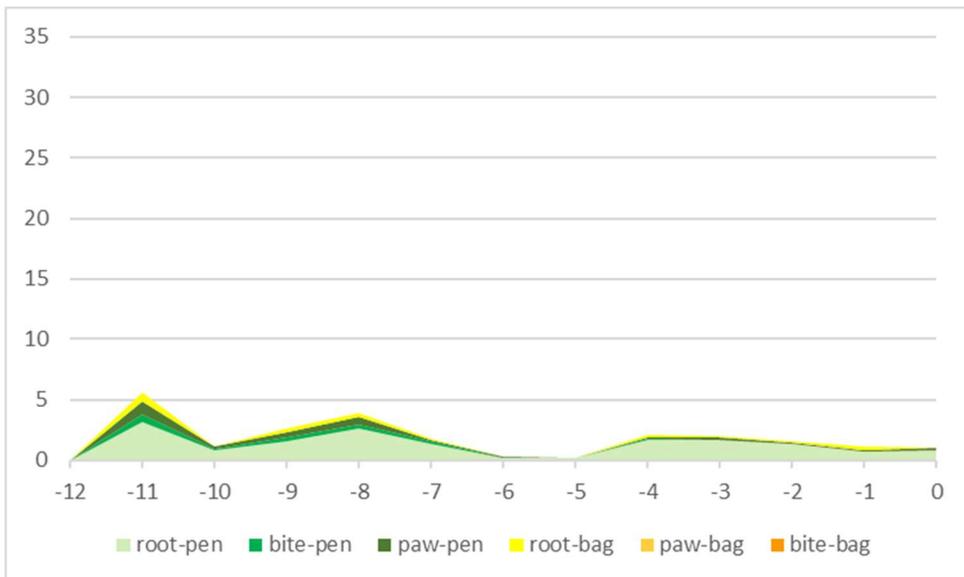
Abbildung I: Zwei Beispiele der optischen Feststellung der Stunde mit der meisten Aktivität. Diese wurde zum Zweck des Beobachtungsabgleiches ein zweites Mal ausgewertet: Bei der Sau oben (Sau 2, Betrieb 1) ist der Beginn dieser Stunde (markiert durch die senkrechte Linie) um 21:03:31, bei jener unten (Sau 17, Betrieb 2) um 16:33:48.



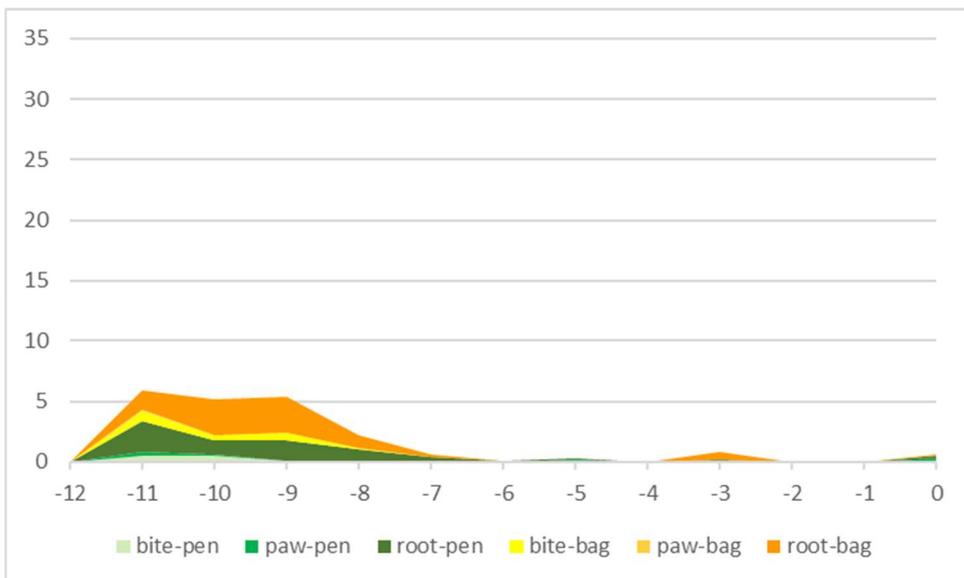
Sau 1



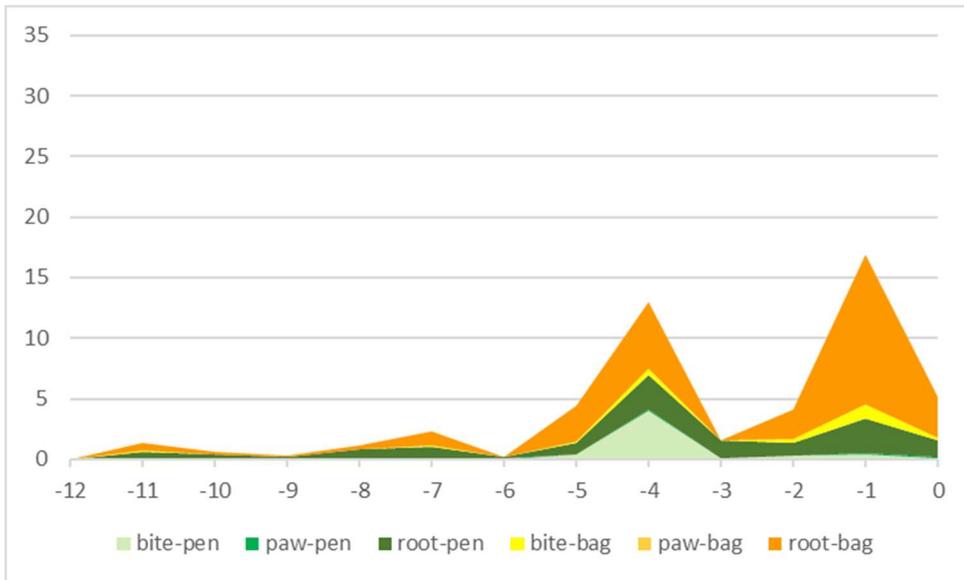
Sau 2



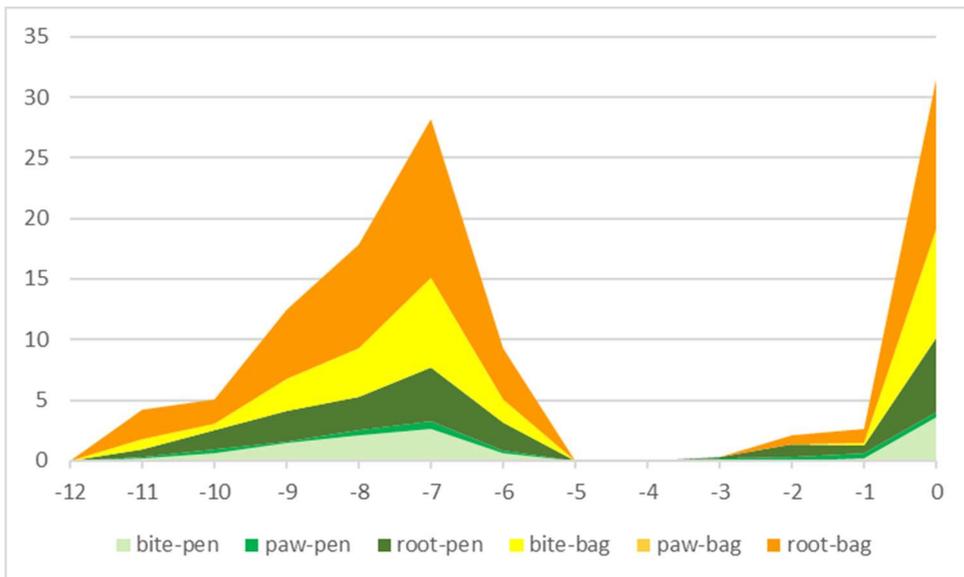
Sau 3



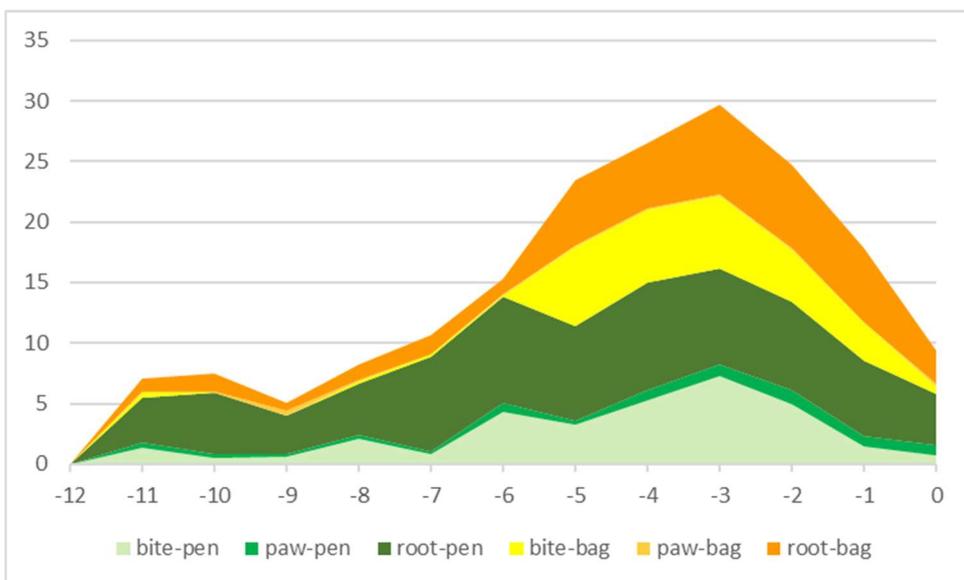
Sau 4



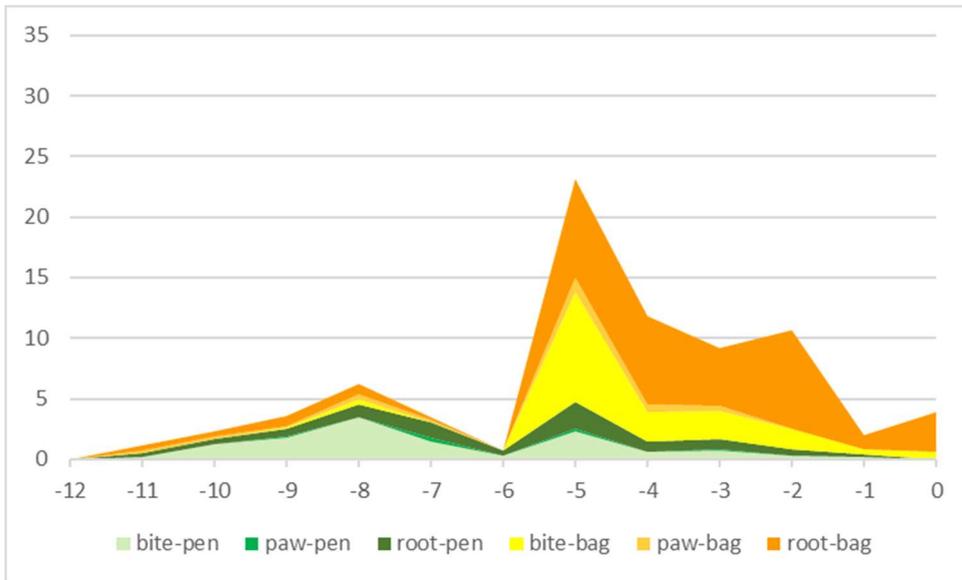
Sau 5



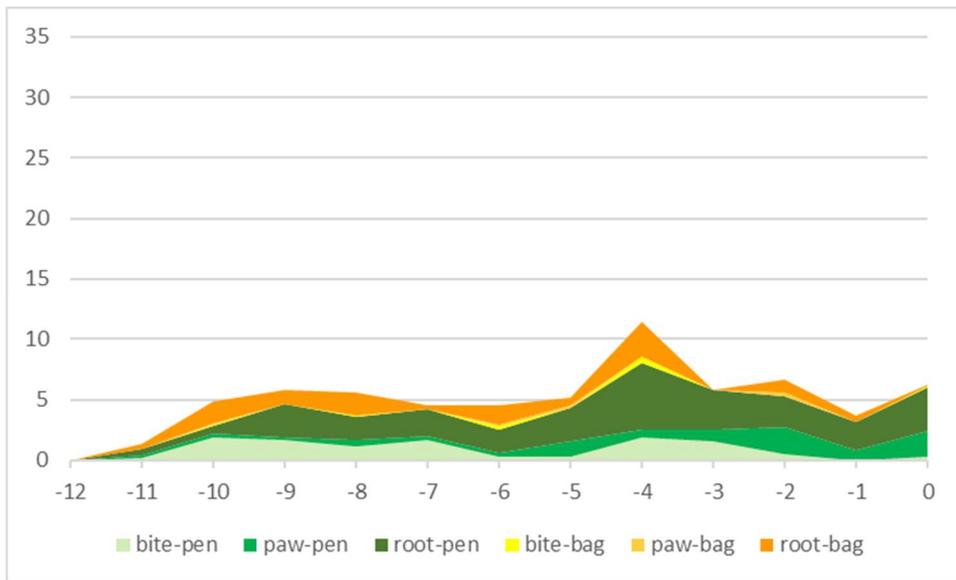
Sau 6



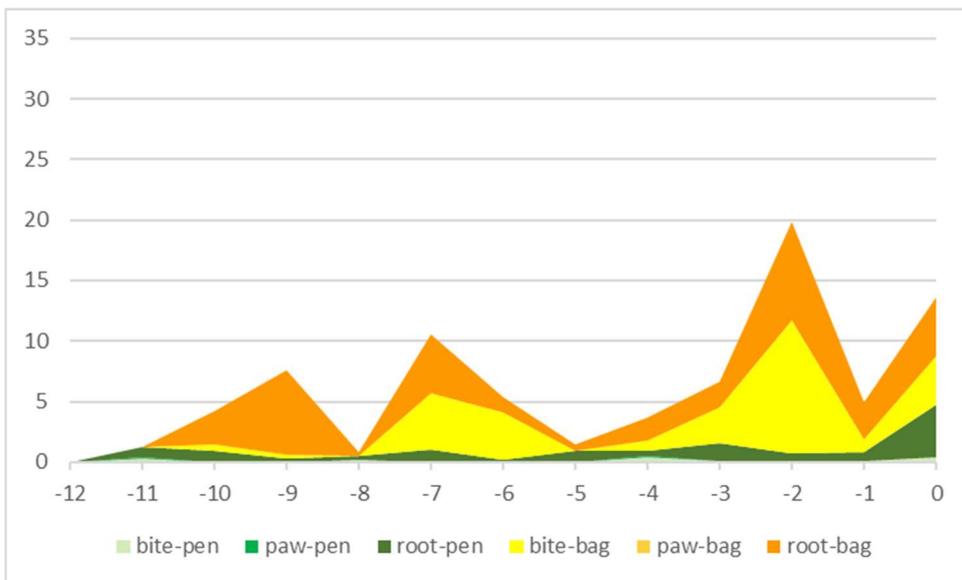
Sau 7



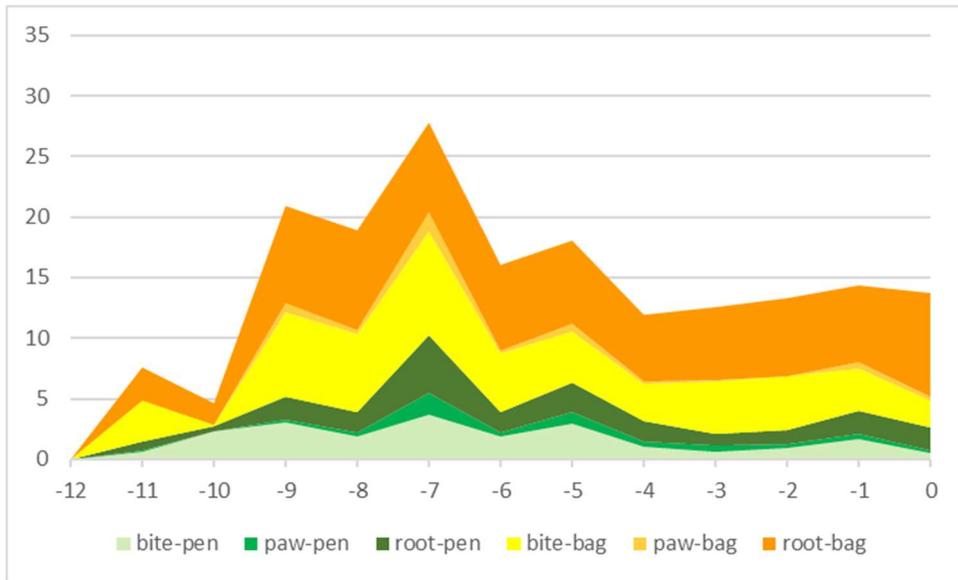
Sau 8



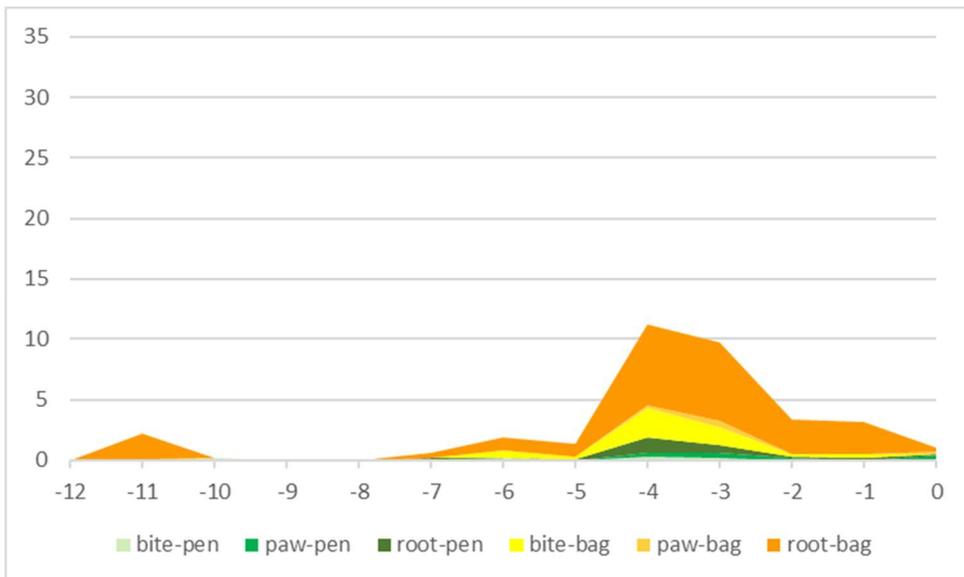
Sau 9



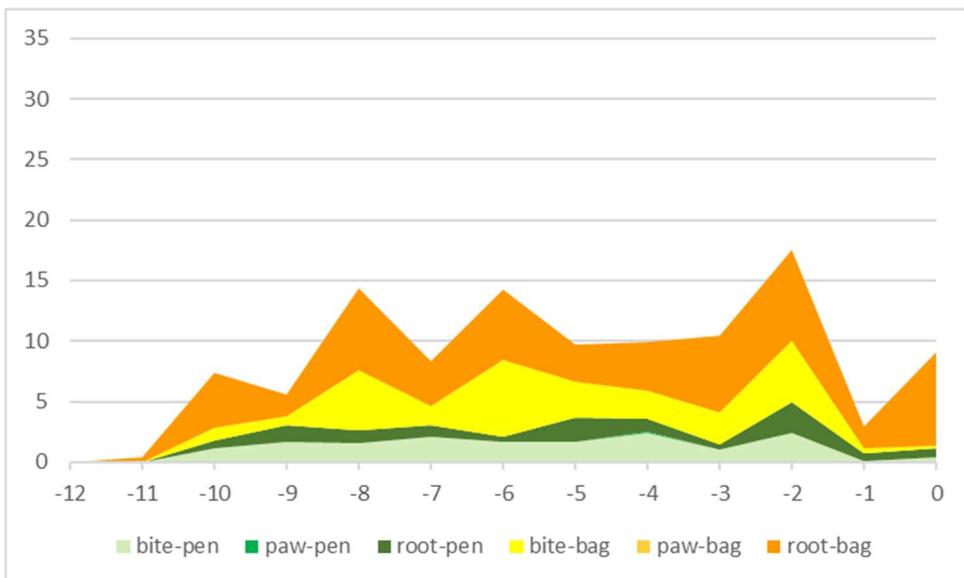
Sau 10



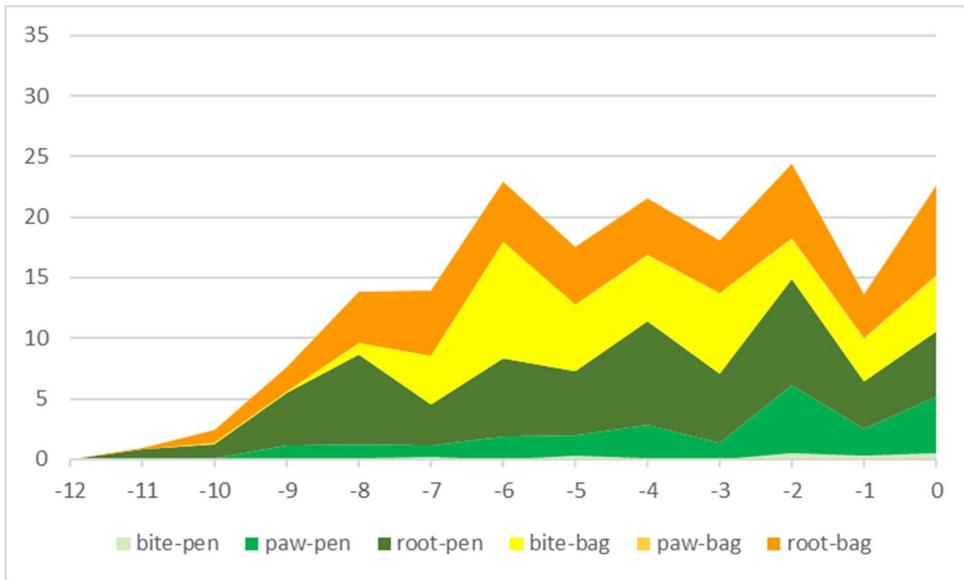
Sau 11



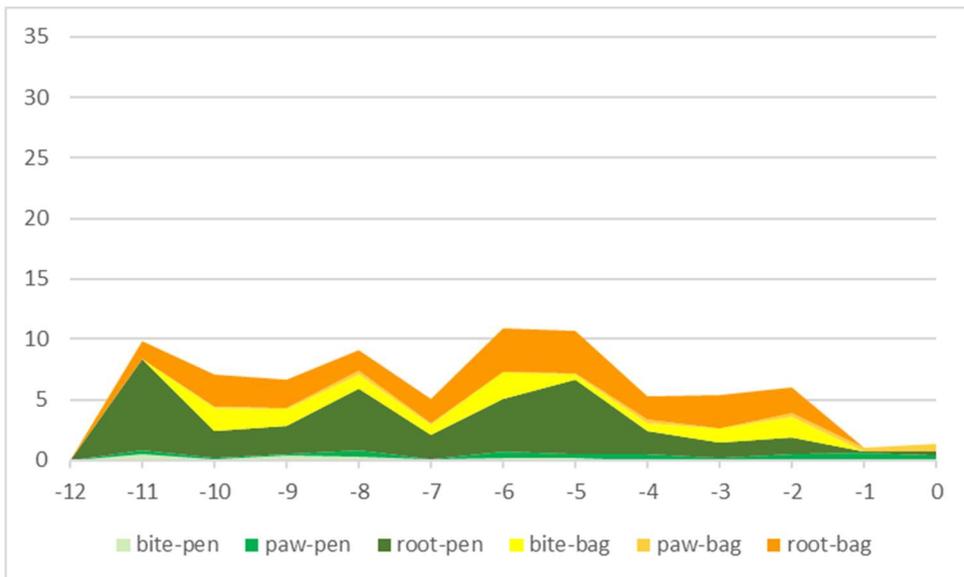
Sau 12



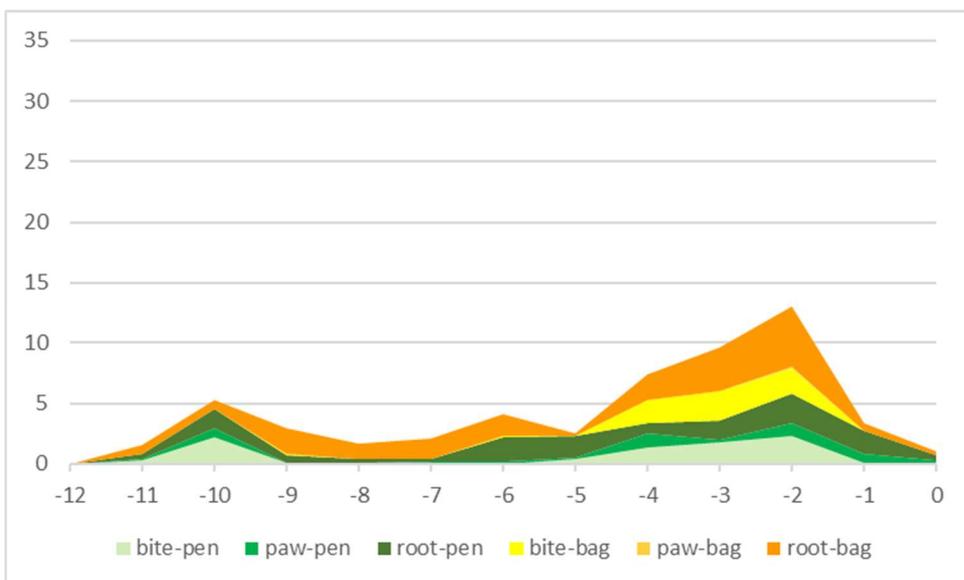
Sau 13



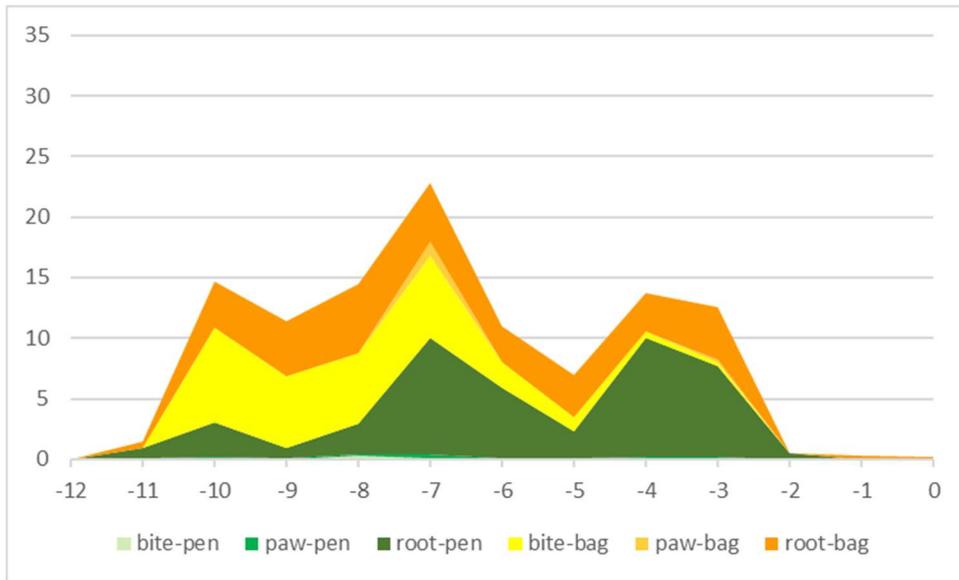
Sau 14



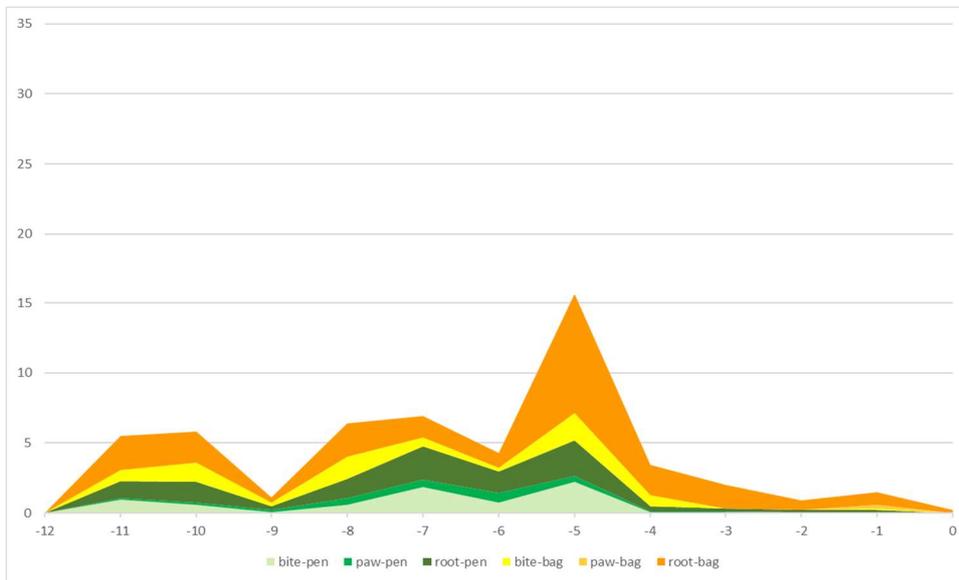
Sau 15



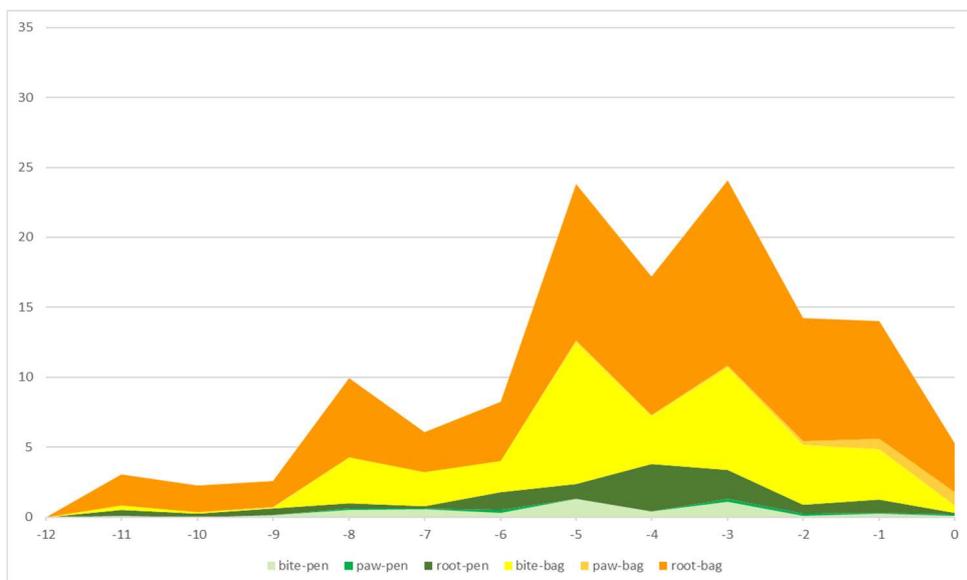
Sau 16



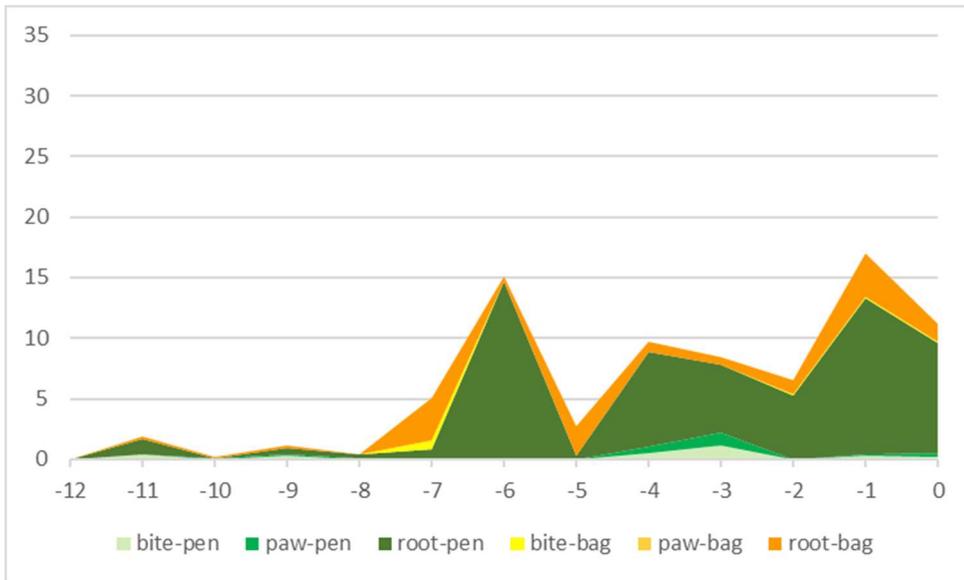
Sau 17



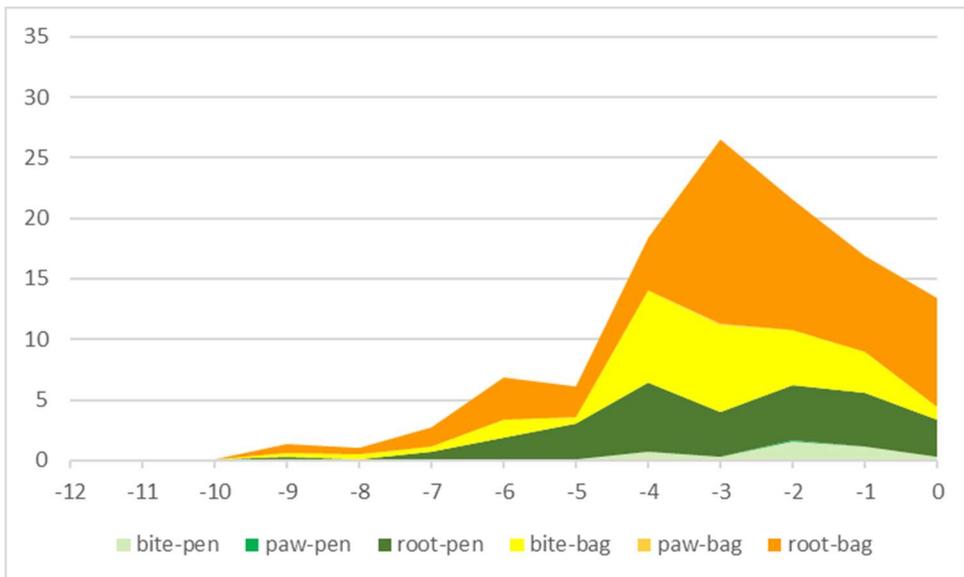
Sau 18



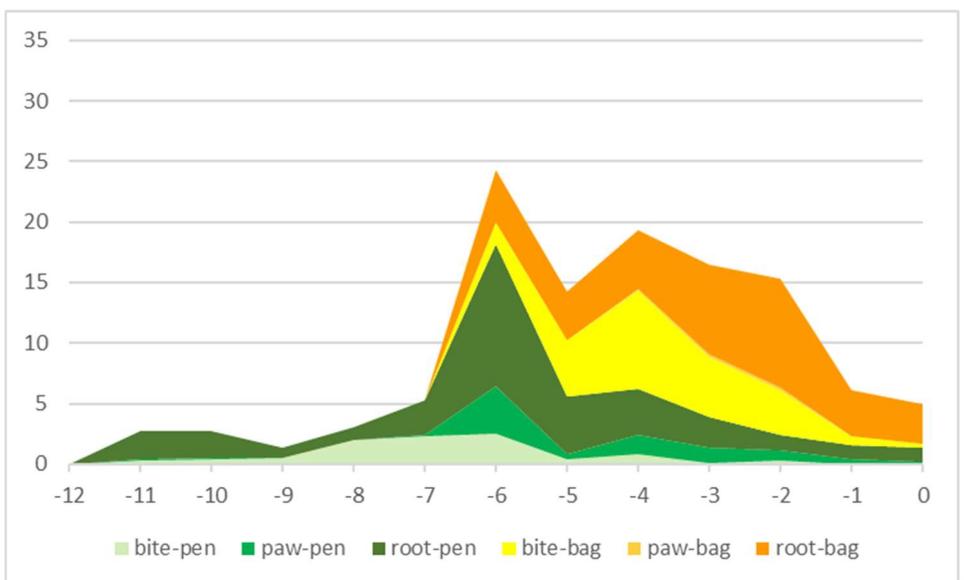
Sau 19



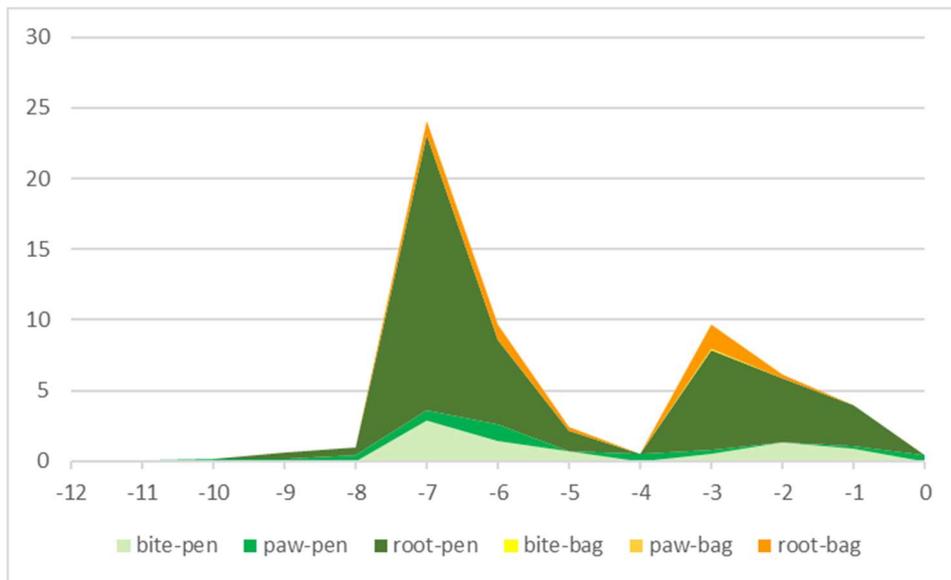
Sau 20



Sau 21



Sau 22



Sau 2

Abbildungen II bis XXIV: Dauer der nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefassten Verhaltensweisen (in Minuten pro Stunde) während der zwölf Stunden ante partum von Sau 1 bis 23.

Tabelle I: Daten zum zeitlichen Verlauf des Verhaltens der Sauen in den 12 Stunden vor der Geburt: Höhepunkt des „Nestbauverhaltens“ (Stunde vor der Geburt), letzte dem Nestbau zugeordnete Verhaltensweise und letzte Positionsänderung vor der Geburt (hh:mm:ss) der 23 Sauen, sowie die Beurteilung des Zustandes des ihnen in diesem Zeitraum zur Verfügung gestellten Jutesackes

Sau	Stunde mit der höchsten Dauer des Nestbauverhaltens	letzte Nestbauverhaltensweise	letzte Positionsänderung	Jutesack-score
1	-3	00:16:24	00:09:10	1
2	-2	00:03:49	00:03:16	3
3	-11	00:01:36	00:01:27	1
4	-11	00:15:14	00:08:00	2
5	-1	00:00:00	00:00:10	1
6	0	00:00:11	00:11:03	1
7	-3	00:03:22	00:06:58	2
8	-5	00:49:09	00:48:57	2
9	-4	00:02:37	00:07:43	1
10	-2	00:00:00	00:07:36	4
11	-7	00:02:07	00:01:15	2
12	-4	00:02:16	00:30:16	2
13	-2	00:01:20	00:01:18	2
14	-2	00:00:00	00:02:40	2
15	-6	00:01:52	02:30:27	2
16	-2	00:16:57	00:16:58	2
17	-7	00:40:18	00:39:52	3
18	-5	00:47:34	00:47:33	2
19	-3	00:00:00	00:00:05	4
20	-1	00:14:34	00:18:15	1
21	-3	00:06:04	00:05:05	3
22	-6	00:00:00	00:00:51	1
23	-7	00:01:45	00:48:18	1

Tabelle II: Deskriptive Darstellung aller gegen die Bucht gerichteten beißenden, scharrenden und wühlenden Verhaltensweisen (Dauer in Minuten pro Sau)

	Sauen-Anzahl	Mittelwert	Standard-Abweichung	Minimum	Maximum
Alle Sauen	23	38,1	25,5	4,7	115,0
Betrieb 1	7	37,9	35,4	9,5	115,0
Betrieb 2	16	38,1	21,3	4,7	86,7
Edelschweine	11	33,5	31,9	4,7	115,0
Kreuzungssauen	12	42,2	18,3	19,4	86,7
Edelschweine auf Betrieb 1	3	50,1	56,8	9,5	115,0
Edelschweine auf Betrieb 2	8	27,3	19,3	4,7	63,7
Kreuzungssauen auf Betrieb 1	4	28,7	9,8	19,4	37,7
Kreuzungssauen auf Betrieb 2	8	48,9	18,2	28,1	86,7

Tabelle III: Deskriptive Darstellung aller gegen den Jutesack gerichteten beißenden, scharrenden und wühlenden Verhaltensweisen (Dauer in Minuten pro Sau)

	Sauen-Anzahl	Mittelwert	Standard-Abweichung	Minimum	Maximum
Alle Sauen	23	55,4	43,6	1,4	166,4
Betrieb 1	7	51,5	59,3	1,4	166,4
Betrieb 2	16	57,1	37,0	4,6	131,7
Edelschweine	11	50,5	42,1	1,4	131,7
Kreuzungssauen	12	59,9	46,2	2,2	166,4
Edelschweine auf Betrieb 1	3	27,8	37,3	1,4	70,6
Edelschweine auf Betrieb 2	8	59,1	42,8	15,7	131,7
Kreuzungssauen auf Betrieb 1	4	69,2	71,6	2,2	166,4
Kreuzungssauen auf Betrieb 2	8	55,2	33,0	4,6	92,6

Tabelle IV: Deskriptive Darstellung aller gegen Bucht und Jutesack gerichteten wühlenden Verhaltensweisen
(Dauer in Minuten pro Sau)

	Sauen- Anzahl	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Alle Sauen	23	60,4	31,0	12,6	116,3
Betrieb 1	7	55,9	44,9	12,6	116,3
Betrieb 2	16	62,4	24,2	26,0	109,6
Edelschweine	11	53,5	34,2	12,6	116,3
Kreuzungssauen	12	66,7	27,5	18,3	112,1
Edelschweine auf Betrieb 1	3	48,6	58,7	12,6	116,3
Edelschweine auf Betrieb 2	8	55,4	26,0	26,0	96,3
Kreuzungssauen auf Betrieb 1	4	61,4	40,5	18,3	112,1
Kreuzungssauen auf Betrieb 2	8	69,4	21,6	42,2	109,6

Tabelle V: Deskriptive Darstellung aller gegen Bucht und Jutesack gerichteten beißenden Verhaltensweisen
(Dauer in Minuten pro Sau)

	Sauen- Anzahl	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Alle Sauen	23	28,0	23,8	1,8	90,3
Betrieb 1	7	29,5	34,8	1,8	90,3
Betrieb 2	16	27,3	19,0	4,3	73,2
Edelschweine	11	26,0	24,0	3,2	73,2
Kreuzungssauen	12	29,8	24,4	1,8	90,3
Edelschweine auf Betrieb 1	3	22,8	32,6	3,2	60,5
Edelschweine auf Betrieb 2	8	27,1	22,8	4,3	73,3
Kreuzungssauen auf Betrieb 1	4	34,5	40,4	1,8	90,3
Kreuzungssauen auf Betrieb 2	8	27,5	14,6	8,1	45,5

Tabelle VI: Deskriptive Darstellung aller gegen Bucht und Jutesack gerichteten scharrenden Verhaltensweisen
(Dauer in Minuten pro Sau)

	Sauen- Anzahl	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Alle Sauen	23	5,1	5,4	0,2	24,1
Betrieb 1	7	4,1	3,7	0,6	9,8
Betrieb 2	16	5,6	6,0	0,2	24,1
Edelschweine	11	4,6	3,5	0,3	10,2
Kreuzungssauen	12	5,6	6,8	0,2	24,1
Edelschweine auf Betrieb 1	3	6,6	4,7	1,1	9,8
Edelschweine auf Betrieb 2	8	3,9	3,0	0,6	3,4
Kreuzungssauen auf Betrieb 1	4	2,2	1,3	2,2	3,4
Kreuzungssauen auf Betrieb 2	8	7,3	7,9	0,3	10,2

Tabelle VII: Betrieb, Jutesackscore der 23 beobachteten Sauen, Zeit (in Minuten), die sie in den 12 Stunden ante partum in der jeweiligen **Position** verbrachten, sowie die Anzahl der **Positionswechsel** in diesem Zeitraum.

Sau	Betrieb	Bauchlage	Seitenlage	Sitzen	Stehen	Positionswechsel	Jute-sack-score
1	1	237	409	30	44	203	1
2	1	65	251	307	97	342	3
3	1	37	641	38	5	86	1
4	1	91	493	129	9	222	2
5	1	126	483	87	24	159	1
6	1	18	532	92	78	126	1
7	1	93	181	237	209	479	2
8	2	173	422	112	12	192	2
9	2	272	290	31	128	318	1
1	2	274	250	144	51	168	4
1	2	262	120	146	191	417	2
1	2	146	340	41	191	171	2
1	2	130	363	72	155	245	2
1	2	247	183	141	149	273	2
1	2	221	334	116	48	191	2
1	2	135	277	270	39	368	2
1	2	207	384	58	71	415	3
1	2	204	410	71	35	293	2
1	2	127	336	207	49	470	4
2	2	281	233	90	107	169	1
2	2	208	266	41	204	107	3
2	2	193	296	136	95	327	1
2	2	47	390	136	147	149	1

Tabelle VIII: Rang-Korrelationen von Reproduktionsdaten (Anzahl und Anteil tot geborener und erdrückter Ferkel), **Jutesackbewertung, Verhaltensweisen** (nach Objekt und Art des Verhaltens zusammengefasst), **zusammengefasster Positionen** (Zeiten in Minuten / 12h) **und der Zahl an Positionswechseln**

	tot geborene Ferkel [#]	Anteil tot geborener Ferkel an lebend geborenen [#]	erdrückte Ferkel ⁺	Anteil erdrückter Ferkel an lebend geborenen ⁺	Jutesack-score
Sack beißen	-0,037	-0,080	-0,024	-0,036	0,724*
Sack scharren	-0,650*	-0,637*	-0,159	-0,117	0,362
Sack wühlen	0,004	-0,089	0,092	0,049	0,587*
Bucht beißen	-0,202	-0,356	-0,065	-0,083	-0,139
Bucht scharren	-0,219	-0,206	0,041	0,123	-0,514
Bucht wühlen	-0,078	-0,077	-0,381	-0,222	-0,224
Beißen gesamt	-0,149	-0,237	0,022	0,014	0,502*
Scharren gesamt	-0,445	-0,431	-0,067	0,000	-0,349
Wühlen gesamt	-0,131	-0,152	-0,342	-0,260	0,411
Gegen Sack gerichtetes Verhalten	-0,018	-0,076	0,047	0,040	0,632*
Gegen Bucht gerichtetes Verhalten	-0,113	-0,226	-0,507	-0,309	0,074
Nestbau- verhalten gesamt	-0,138	-0,208	-0,248	-0,237	0,425*
Bauchlage	-0,013	-0,429	-0,429	-0,405	0,178
Seitenlage	0,049	-0,010	0,010	0,016	-0,359
Sitzen	0,125	0,261	0,261	0,117	0,388
Stehen	-0,109	0,010	0,010	0,139	0,133
Positions- wechsel	-0,483*	-0,552*	0,022	-0,052	0,370
Jutesack- bewertung	-0,058	0,171	0,171	0,058	

[#]n=22 ⁺n=15 *p≤α