

TEMPORÄRE FIXIERUNG VON SAUEN IN ABFERKELBUCHTEN – ANALYSE VON FERKELMORTALITÄT, SEKTIONSDATEN SOWIE ERDRÜCKUNGSEREIGNISSEN

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
an der Universität für Bodenkultur Wien

Eingereicht von:

Dipl.-Ing. Birgit Heidinger, Bakk.rer.nat.

Betreuungsteam:

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

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

Wien, August 2019

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	IX
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	XI
1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG.....	1
2 LITERATURÜBERSICHT	4
2.1 Rechtliche Grundlagen zur Haltung von Sauen im Abferkelbereich.....	4
2.2 Bedeutung und Entwicklung von Ferkelverlusten.....	5
2.3 Haltungsformen im Abferkelbereich und deren Vergleich hinsichtlich Ferkelmortalität.....	6
2.4 Zeitraum erhöhter Mortalität bei Saugferkeln.....	12
2.5 Ursachen für Ferkelverluste	14
2.5.1 Saubezogene Faktoren.....	18
2.5.1.1 <i>Wurfgröße, Alter und physische Verfassung</i>	18
2.5.1.2 <i>Muttereigenschaften</i>	19
2.5.1.3 <i>Aggressivität von Sauen gegenüber Ferkeln</i>	21
2.5.2 Faktoren bezogen auf das Einzelferkel bzw. den Wurf	22
2.5.3 Umwelt- und managementbezogene Faktoren.....	24
2.5.3.1 <i>Stallklimatische Bedingungen und Ferkelnest</i>	24
2.5.3.2 <i>Buchtenfläche und -strukturierung</i>	25
2.5.3.3 <i>Abweissvorrichtungen</i>	26
2.5.3.4 <i>Standkonstruktion</i>	27
2.5.3.5 <i>Nestbausubstrate und Einstreumaterialien</i>	27
2.5.3.6 <i>Management</i>	28
2.6 Komplex des Ferkelerdrückens.....	30
2.6.1 Verhaltensmuster der Sauen	30
2.6.1.1 <i>Verhalten vor dem Abliegen: „Pre-lying behaviour“ der Sau und Gruppieren der Ferkel</i>	36
2.6.1.2 <i>Abliegeverhalten</i>	37
2.6.1.3 <i>Positionswechsel im Liegen oder Sitzen</i>	38
2.6.2 Verhalten und Aufenthaltsort der Ferkel.....	39
3 TIERE, MATERIAL UND METHODEN.....	40
3.1 Versuchsbetriebe	40
3.1.1 Forschungsbetrieb Gießhübl (GH).....	40
3.1.2 Forschungsbetrieb Hatzendorf (HD)	43
3.1.3 Forschungsbetrieb Medau (MD).....	45
3.2 Untersuchte Abferkelbuchtentypen.....	47
3.2.1 Flügelbucht (F)	47
3.2.2 Knickbucht (K)	48
3.2.3 Trapezbucht (T).....	50
3.2.4 SWAP-Bucht (S).....	51
3.2.5 Pro Dromi-Bucht (P).....	52

3.2.6	Adaptionsmaßnahmen in den untersuchten Abferkelbuchtentypen	54
3.3	Managementvorgaben	55
3.4	Tierauswahl und -zuteilung	55
3.5	Erhebung der Produktionsdaten.....	55
3.6	Aufbereitung der Behandlungsdaten von Sauen und Ferkeln	56
3.7	Versuchsdesign zur Ermittlung des Einflusses von Buchtentyp und Fixierungsvariante auf die Ferkelsterblichkeit.....	57
3.7.1	Fixierungsvarianten.....	58
3.7.2	Erforderlicher Stichprobenumfang je Versuchskombination.....	59
3.7.3	Datengrundlage	59
3.7.4	Statistische Analysen und Modellierung.....	65
3.8	Differenzierung der Ferkelverluste und Analyse der Verlustursachen.....	67
3.8.1	Pathoanatomische Untersuchungen der Ferkel (Sektionen).....	68
3.8.2	Datengrundlage und Aufbereitung der Sektionsdaten	71
3.8.3	Statistische Analysen und Modellierung.....	73
3.8.3.1	<i>Multinomiales Modell</i>	73
3.8.3.2	<i>Binomiales Modell</i>	74
3.9	Videoanalyse der Erdrückungsereignisse	75
3.9.1	Datenerhebung zu den Erdrückungsereignissen	75
3.9.2	Datenaufbereitung und -auswertung der Erdrückungsereignisse.....	78
4	ERGEBNISSE	80
4.1	Produktionsergebnisse.....	80
4.2	Behandlungsdaten	83
4.3	Analyse der Ferkelmortalität	84
4.3.1	Gesamter Versuchszeitraum – Gesamtverlustrate	84
4.3.2	Gesamter Versuchszeitraum – Erdrückungsverluste	87
4.3.3	Kurzer Versuchszeitraum – Gesamtverlustrate.....	88
4.4	Analyse der Sektionsdaten.....	91
4.4.1	Deskriptive Sektionsergebnisse	91
4.4.2	Ergebnisse des multinomialen Modells	94
4.4.3	Ergebnisse des binomialen Modells	95
4.5	Analyse der Erdrückungsereignisse	96
4.5.1	Interaktion Sau und Ferkel.....	98
4.5.2	Abferkelstand geschlossen	101
4.5.2.1	<i>Ergebnisse der Clusteranalysen</i>	101
4.5.2.2	<i>Buchtenspezifische Ergebnisse</i>	105
4.5.3	Abferkelstand geöffnet.....	108
4.5.3.1	<i>Ergebnisse der Clusteranalysen</i>	108
4.5.3.2	<i>Buchtenspezifische Ergebnisse</i>	112
5	DISKUSSION	114
5.1	Analyse der Ferkelmortalität	114
5.1.1	Fixierungsvarianten.....	114
5.1.2	Wurfgröße	118
5.1.3	Wurfzahl.....	119

5.1.4	Oxytocingabe	119
5.1.5	Buchtentyp	120
5.1.6	Erdrückungsrate	122
5.2	Analyse der Sektionsdaten.....	122
5.2.1	Deskriptive Ergebnisse.....	123
5.2.2	Modellergebnisse	125
5.2.2.1	<i>Multinomiales Modell</i>	126
5.2.2.2	<i>Binomiales Modell</i>	128
5.3	Erdrückungsanalysen	130
5.3.1	Unterschiede und Zusammenhänge zwischen Erdrückungsereignissen auf Basis der Clusteranalysen.....	131
5.3.1.1	<i>Abferkelstand geschlossen</i>	133
5.3.1.2	<i>Abferkelstand geöffnet</i>	137
5.3.2	Beteiligung und Berührung der Buchteneinrichtung und Konsequenzen für die Konstruktion.....	140
5.3.2.1	<i>Berührung und Beteiligung des Abferkelstandes</i>	140
5.3.2.2	<i>Berührung der Buchteneinrichtung und Beteiligung von Abweiseinrichtungen</i>	141
6	ALLGEMEINE SCHLUSSFOLGERUNGEN	144
7	ZUSAMMENFASSUNG.....	148
8	ABSTRACT.....	150
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	152
10	ANHANG	163
10.1	Management-Handbuch.....	163
10.2	Sauenkarte	170
10.3	Sektionsprotokoll	171
10.4	Anhang zu Sektionsanalysen.....	172
10.4.1	Übersicht zur Datenverteilung bezüglich der definierten Codeklassen für den zeitlichen Abstand zwischen Fixierung und Geburt in Kombination mit der Fixierungsvariante differenziert nach Todeskategorie für den gesamten Datensatz (n = 1471).....	172
10.4.2	Verteilung (absolute und relative Häufigkeiten) der sezierten Ferkel von Versuchswürfen aus den Forschungsbetrieben Gießhübl (GH) und Hatzendorf (HD) nach Geschlecht, Todeskategorie, Buchtentyp und Fixierungsvariante	172
10.4.3	Statistische Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum, Maximum) der bei den Sektionen erhobenen quantitativen Merkmale differenziert nach Todeskategorie und Fixierungsvariante	173
10.5	Anhang zu Parameter-Definitionen für die Erdrückungsanalysen.....	174
10.5.1	Definition der bei Sauen erhobenen Parameter im Zusammenhang mit dem Verhaltenskomplex des Ferkelerdrückens	174
10.5.2	Darstellung der definierten Sauenpositionen im Liegen und Sitzen	177
10.5.3	Einteilung der Körperpartien der Sau	178
10.5.4	Definition der bei Ferkeln erhobenen Parameter im Zusammenhang mit dem Verhaltenskomplex des Ferkelerdrückens	178
10.5.5	Definition der Buchtenbereiche zur Analyse der Nutzung/Beteiligung der Buchteneinrichtung bzw. des Todesorts	180

10.6	Anhang zu Ergebnissen der Video- bzw. Clusteranalysen der Erdrückungsereignisse.....	182
10.6.1	Beobachtete Erdrückungsereignisse nach Kombination aus Buchtentyp x Fixierungsvariante und standspezifischer Situation	182
10.6.2	Beobachtete Erdrückungsereignisse nach Ausgangsposition und Aktion sowie standspezifischer Situation	183
10.6.3	Tabellen zu den Verteilungen der im Zusammenhang mit den Clusteranalysen berücksichtigten Parameter:.....	184

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Versuchsabteil im Schweinezentrum Gießhübl mit jeweils vier Buchten der Typen Knick, Flügel und Trapez	41
Abbildung 2: Einbauplan der Versuchsbuchten im Schweinezentrum Gießhübl	41
Abbildung 3: Versuchsabteil in der Landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf	43
Abbildung 4: Einbauplan der Versuchsbuchten in der Landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf.....	44
Abbildung 5: Eine der beiden Abferkelkammern des Betriebes Medau mit Pro Dromi-Buchten.....	46
Abbildung 6: Versuchsabteil mit je vier SWAP-, Flügel- und Trapezbuchten	46
Abbildung 7: Detailskizzen der Flügelbucht (links geöffnet/rechts geschlossen) – dunkelgraue Flächen sind gummierte Trittplächen.....	48
Abbildung 8: Flügelbucht (links: geöffnet/rechts: geschlossen)	48
Abbildung 9: Detailskizzen der Knickbucht (links geöffnet/rechts geschlossen)	49
Abbildung 10: Knickbucht (links: mit Betreuer in geöffnetem Zustand/rechts: geschlossen)	49
Abbildung 11: Detailskizzen der Trapezbucht (links geöffnet/rechts geschlossen)	50
Abbildung 12: Trapezbucht (links: in geöffnetem Zustand/rechts: wird vom Betreuer geschlossen)	51
Abbildung 13: Detailskizzen der SWAP-Bucht (links geöffnet/rechts geschlossen).....	52
Abbildung 14: SWAP-Bucht (links zwei leere Buchten mit geschlossenem und offenem Abferkelstand und rechts mit Sau bei geöffnetem Abferkelstand)	52
Abbildung 15: Detailskizzen der Pro Dromi-Bucht (links geöffnet/rechts geschlossen)	53
Abbildung 16: Pro Dromi-Bucht (links zwei leere Buchten mit geschlossenem und offenem Abferkelstand und rechts Sau mit Ferkeln bei geöffnetem Abferkelstand)	53
Abbildung 17: Schematische Darstellung der vier im Versuch angewandten Fixierungsvarianten.....	58
Abbildung 18: Anzahl der Versuchswürfe im Zeitraum „Datum Abferkelung“ bis „Datum Abferkelung + 7 Tage“ je Fixierungsvariante in den Buchtentypen Flügelbucht (F), Knickbucht (K), Trapezbucht (T), SWAP-Bucht (S) und Pro Dromi-Bucht (P) der Betriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD); strichlierte Linie markiert Grenze zu den angestrebten 16 Würfen.....	60
Abbildung 19: Anzahl Versuchswürfe mit einer Säugezeit von zumindest 17 Tagen (VZR gesamt) je Fixierungsvariante in den Buchtentypen Flügelbucht (F), Knickbucht (K), Trapezbucht (T), SWAP-Bucht (S) und Pro Dromi-Bucht (P) der Betriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD); strichlierte Linie markiert Grenze zu den angestrebten 16 Würfen.....	61
Abbildung 20: Boxplot der Wurfgröße nach Versetzungen für den kurzen Versuchszeitraum der Betriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD); angegeben ist auch die Anzahl der Versuchswürfe je Betrieb (n)	62
Abbildung 21: Boxplot der Wurfgröße nach Versetzungen für den gesamten Versuchszeitraum der Betriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD); angegeben ist auch die Anzahl der Versuchswürfe je Betrieb (n)	62

Abbildung 22: Anteil Ferkelverluste an Wurfgröße für den kurzen Versuchszeitraum in den Betrieben Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD).....	63
Abbildung 23: Anteil Ferkelverluste an Wurfgröße für den gesamten Versuchszeitraum in den Betrieben Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD).....	63
Abbildung 24: Zusammensetzung der Versuchswürfe hinsichtlich Parität der Sauen in den Betrieben Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD).....	64
Abbildung 25: Entscheidungsbaum zur Festlegung der Ferkelverlustursache (B = BetreuerInneneinschätzung, S = Sektionsergebnis, V = Videoergebnis)	68
Abbildung 26: Slippers (Klauenschutzschuhe, Epinychia) an den Klauen eines tot geborenen Ferkels	70
Abbildung 27: Schwimmtest von Lungenproben eines lebend (schwimmend) und tot geborenen Ferkels (abgesunken).....	70
Abbildung 28: Erdrücktes Ferkel mit massivem Schädelhämatom	70
Abbildung 29: Erdrücktes Ferkel mit Schädelbruch.....	70
Abbildung 30: Schematische Darstellung der Videoaufnahmezeiten in den Betrieben Gießhübl (GH) und Hatzendorf (HD); LT = Lebenstag, TB = Terabyte, MO-SO = Wochentage	76
Abbildung 31: Anzahl (n) bzw. relativer Anteil (%) der Ferkelverluste an den lebend geborenen Ferkeln für den gesamten Versuchszeitraum in den drei Forschungsbetrieben differenziert nach Todesursache.....	81
Abbildung 32: Anzahl (n) Ferkelverluste je Betrieb (Gießhübl = GH, Hatzendorf = HD, Medau = MD) und Ferkelalter bei Tod; Grundlage bieten die Verluste bezogen auf die lebend geborenen Ferkel (für kurzen bzw. gesamten Versuchszeitraum)	82
Abbildung 33: Ferkelmortalität je Betrieb und Wurfnummer in Form eines Boxplots; Gießhübl = GH, Hatzendorf = HD, Medau = MD; JS = Jungsau mit Wurfnummer 1, AS 1 = Sau der Wurfnummer 2-4, AS 2 = Sau der Wurfnummer 5-8.....	82
Abbildung 34: Erdrückungsrate je Wurf für den gesamten Versuchszeitraum (VZR) in Form von Boxplots je Betrieb; Anzahl der Würfe je Betrieb (n); Betrieb Gießhübl = GH, Hatzendorf = HD, Medau = MD	83
Abbildung 35: Ferkelverlustrate je Wurf für den kurzen Versuchszeitraum (VZR) in Form von Boxplots je Betrieb; Anzahl der Würfe je Betrieb (n); Betrieb Gießhübl = GH, Hatzendorf = HD, Medau = MD.....	83
Abbildung 36: Geschätzte odds ratios (95 % Konfidenzintervall) für die Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) im gesamten Versuchszeitraum; FV = Fixierungsvariante	85
Abbildung 37: Erwartete Ferkelverlustrate (unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) basierend auf den Modellergebnissen unter der Annahme eines Wurfes mit einer Wurfgröße von 13 Ferkeln, Wurfnummer 3 und keiner Oxytocingabe im gesamten Versuchszeitraum; inkl. 95 % Konfidenzintervall.....	86
Abbildung 38: Geschätzte odds ratios (95 % Konfidenzintervall) für die Erdrückungsrate im gesamten Versuchszeitraum; FV = Fixierungsvariante	87
Abbildung 39: Erwartete Ferkelverlustrate auf Grund von Erdrücken basierend auf den Modellergebnissen unter der Annahme eines Wurfes mit einer Wurfgröße von 13 Ferkeln und Wurfnummer 3 im gesamten Versuchszeitraum; inkl. 95 % Konfidenzintervall	88

Abbildung 40: Geschätzte odds ratios inkl. 95 % Konfidenzintervall für die Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) im kurzen Versuchszeitraum; FV = Fixierungsvariante; BT K = Buchtentyp Knick, BT P = Buchtentyp Pro Dromi, BT S = Buchtentyp SWAP, BT T = Buchtentyp Trapez	89
Abbildung 41: Erwartete Ferkelverlustrate (unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) basierend auf den Modellergebnissen unter der Annahme eines Wurfes mit einer Wurfgröße von 13 Ferkeln und Wurfnummer 3 im kurzen Versuchszeitraum; inkl. 95 % Konfidenzintervall; FV = Fixierungsvariante; F = Flügelbucht, K = Knickbucht, P = Pro Dromi-Bucht, S = SWAP-Bucht, T = Trapezbucht.....	90
Abbildung 42: Geschätzte odds ratios inkl. 95 % Konfidenzintervall auf Basis der Ergebnisse des multinomialen Regressionsmodells für die drei Todesursachen „tot geboren“, „verendet“ und „erdrückt“; Referenzkategorie = „verendet“; BetriebHD = Betrieb Hatzendorf.....	94
Abbildung 43: Geschätzte odds ratios inkl. 95 % Konfidenzintervall auf Basis der Ergebnisse des binomialen Regressionsmodells für die Todesursachen „verendet“ und „erdrückt“; Referenzkategorie = „verendet“	95
Abbildung 44: Verteilung der 650 erdrückten Ferkel, die einer Videoanalyse unterzogen wurden, nach Tag der Erdrückung und Fixierungsvariante	98
Abbildung 45: Flussdiagramm der beobachteten Erdrückungssequenzen beim Abliegen aus dem Stehen mit gruppierten Ferkeln.....	100
Abbildung 46: Boxplots für die numerischen Variablen Wurfzahl und Ferkelalter der drei identifizierten Cluster bei geschlossenem Abferkelstand; Höhe der Einkerbung stellt 95 % Konfidenzintervall für den Median dar	102
Abbildung 47: Clusterunterteilung bei geschlossenem Abferkelstand bezüglich der untersuchten kategorialen Variablen Ausgangsposition der Sau, Buchtentyp, Buchtenzone, Einklemmen zwischen Sau und Buchteneinrichtung, Ausgangssituation des Ferkels, Fixierungsvariante (dargestellt sind die prozentualen Anteile je Risikofaktor relativ zur Anzahl der Beobachtungen innerhalb des jeweiligen Clusters)	103
Abbildung 48: Clusterunterteilung bei geschlossenem Abferkelstand bezüglich der untersuchten kategorialen Variablen Körperbereich des Ferkels, Kontakt Ferkel-Sau, Körperpartie der Sau, Lahmheit der Sau und Aktion der Sau (dargestellt sind die prozentualen Anteile je Risikofaktor relativ zur Anzahl der Beobachtungen innerhalb des jeweiligen Clusters)	104
Abbildung 49: Erdrückungssituation im Zusammenhang mit dem Einklemmen eines Ferkels zwischen hinterer Standtüre und Sau in der Trapezbucht.....	106
Abbildung 50: Für Erdrückungen kritischer Bereich an der hinteren Standabstützung (durch Einklemmen eines Ferkels zwischen Sau und Stützfuß) in der Knickbucht.....	107
Abbildung 51: Erdrückungsbereich an der hinteren Standabstützung (durch Einklemmen eines Ferkels zwischen Extremitäten der Sau und Stützrad) in der Trapezbucht.....	107
Abbildung 52: Lösung einer hinteren Standabstützung mit Platz für Ferkel zwischen Sützrohr und Sau in der SWAP-Bucht	107
Abbildung 53: Lösung einer hinteren Standabstützung mit Distanz zwischen Standabstützung und Extremitäten der Sau in der SWAP-Bucht	107

Abbildung 54: Boxplots für die numerischen Variablen Wurfzahl und Ferkelalter der beiden identifizierten CLuster bei geöffnetem Abferkelstand; Höhe der Einkerbung stellt 95 % Konfidenzintervall für den Median dar	109
Abbildung 55: Clusterunterteilung bei geöffnetem Abferkelstand bezüglich der untersuchten kategorialen Variablen Ausgangsposition der Sau, Buchtentyp, Buchtenzone, Einklemmen zwischen Sau und Buchteneinrichtung, Ausgangssituation des Ferkels, Fixierungsvariante (dargestellt sind die prozentualen Anteile je Risikofaktor relativ zur Anzahl der Beobachtungen innerhalb des jeweiligen Clusters)	110
Abbildung 56: Clusterunterteilung bei geöffnetem Abferkelstand bezüglich der untersuchten kategorialen Variablen Körperbereich des Ferkels, Kontakt Ferkel-Sau, Körperpartie der Sau, Lahmheit der Sau und Aktion der Sau (dargestellt sind die prozentualen Anteile je Risikofaktor relativ zur Anzahl der Beobachtungen innerhalb des jeweiligen Clusters)	111
Abbildung 57: In den Bewegungsbereich der Sau hineinragender Stützfuß des geöffneten Abferkelstandes in der SWAP-Bucht, an dem Erdrückungen auftreten können	113
Abbildung 58: Salontüre (hintere Standbegrenzung) ohne unten begrenzenden Metallrahmen.....	141

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Vergleich der gesetzlich erlaubten Fixierungsmöglichkeit von Zuchtsauen in der Europäischen Union und in Österreich (Quellen: RL 2008/120/EG; BGBl. II Nr. 61/2012)	4
Tabelle 2: Durchschnittliche biologische Leistungen in österreichischen Arbeitskreisbetrieben der Ferkelproduktion aus den Jahren 2001, 2010 und 2017 (Quelle: BMLFUW 2002, 2011, BMNT 2018)	5
Tabelle 3: Chronologische Übersicht zu Studien betreffend die Untersuchung von Abferkelsystemen mit temporärer Fixierung der Sau (a.p. = ante partum; p.p. = post partum; LT = Lebenstag; FV = Fixierungsvariante; geb. = geboren; konv. = konventionell; MW = Mittelwert; sign. = signifikant; vs. = versus; zw. = zwischen)	9
Tabelle 4: Literatúrauswahl mit Angaben zu Zeiträumen, in denen Ferkel- und Erdrückungsverluste gehäuft auftreten bzw. Ferkel besonders gefährdet sind	13
Tabelle 5: Auswahl von in der Literatur angegebenen relativen Häufigkeiten für unterschiedliche Ferkelverlustursachen in der Säugephase.....	16
Tabelle 6: Anteile der im Zusammenhang mit Erdrückungssituationen bzw. für die Ferkel kritischen Situationen beobachteten Verhaltensweisen in Kastenstandsystemen (Anteile basierend auf in den jeweiligen Studien angegebenen Daten; Pos.wechsel = Positionswechsel).....	33
Tabelle 7: Anteile der im Zusammenhang mit Erdrückungssituationen bzw. für die Ferkel kritischen Situationen beobachteten Verhaltensweisen in freien Abferkelbuchten (Anteile basierend auf in den jeweiligen Studien angegebenen Daten; Pos.wechsel = Positionswechsel).....	34
Tabelle 8: Während des Hauptversuchs vorgenommene Adaptionsmaßnahmen in den Abferkelbuchtentypen (BT) der Forschungsbetriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD).....	54
Tabelle 9: Verteilung der Abferkelbuchtentypen (BT) auf die drei Forschungsbetriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD)	57
Tabelle 10: Verteilung sezierter Ferkel der drei Forschungsbetriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD), und Medau (MD) nach Fixierungsvariante (FV)	69
Tabelle 11: Produktionsdaten (Rohdaten) der teilnehmenden Forschungsbetriebe für Würfe, die für den gesamten Versuchszeitraum herangezogen wurden; Hatzendorf = HD, Gießhübl = GH, Medau = MD; Standardabweichung in Klammer angeführt.....	80
Tabelle 12: Detailinformation zu Verlusten für Würfe, die für den gesamten Versuchszeitraum herangezogen wurden, der Betriebe Hatzendorf (HD), Gießhübl (GH) und Medau (MD)	81
Tabelle 13: Übersicht zu den in Würfen durchgeführten Behandlungen	84
Tabelle 14: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche aller Fixierungsvarianten (FV) nach Tukey für Versuchszeitraum Gesamt – Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich)	85
Tabelle 15: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche aller Fixierungsvarianten (FV) nach Tukey für den Versuchszeitraum Gesamt – Erdrückungsrate.....	87
Tabelle 16: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche aller Fixierungsvarianten (FV) nach Tukey für Versuchszeitraum Kurz – Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich)	89

Tabelle 17: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche aller Buchtentypen (BT) nach Tukey für Versuchszeitraum Kurz – Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich)	90
Tabelle 18: Statistische Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum, Maximum) der bei den Sektionen erhobenen quantitativen Merkmale differenziert nach Todeskategorie	92
Tabelle 19: Verteilung (absolute und relative Häufigkeiten) der bei den Sektionen erhobenen qualitativen Merkmale bzw. Standsituation basierend auf der Videoanalyse bzw. Infos aus der Stallkarte differenziert nach Todeskategorie; NA = Wert nicht erhoben/nicht vorhanden.....	93
Tabelle 20: Beobachtete Erdrückungsereignisse, bei denen mehr als ein Ferkel erdrückt wurde, nach Anzahl der Sauen, Ferkelalter, Standsituation und Aktion der Sau	96
Tabelle 21: Beobachtete Erdrückungsereignisse aus dem Stehen (exkl. „Sonstige Tierbewegung aus dem Stehen“) nach Berührung der Buchteneinrichtung	97
Tabelle 22: Absolute und relative Häufigkeiten der beobachteten Erdrückungsereignisse aus dem Abliegen ausgehend vom Stehen oder Sitzen (exkl. „Sonstige Tierbewegung aus dem Stehen oder Sitzen“) im Zusammenhang mit den zum Verhaltenskomplex der Interaktion zwischen Sau und Ferkeln vor dem Abliegen erhobenen Parametern; n.e. = nicht erkennbar, n.b. = nicht beachtet, NA = Wert nicht vorgesehen	100
Tabelle 23: Clusterunterteilung für die Variable „Ausgangsposition der Sau“ bezüglich der drei Cluster bei geschlossenem Abferkelstand.....	101
Tabelle 24: Verteilung (absolute und relative Häufigkeiten) der bei geschlossenem Stand beobachteten Erdrückungsereignisse nach Buchtenzone und Buchtentyp; NA = Wert nicht vorgesehen.....	105
Tabelle 25: Absolute Häufigkeiten der bei geschlossenem Stand beobachteten Erdrückungsereignisse unter direktem Einfluss der Buchteneinrichtung; d.B. = direkte Beteiligung, n.e. = nicht erkennbar, NA = Wert nicht vorgesehen	105
Tabelle 26: Clusterunterteilung für die Variable „Ausgangsposition der Sau“ bezüglich der beiden Cluster bei geöffnetem Abferkelstand.....	108
Tabelle 27: Verteilung (absolute und relative Häufigkeiten) der bei geöffnetem Stand beobachteten Erdrückungsereignisse nach Buchtenzone und Buchtentyp; NA = Wert nicht vorgesehen.....	112
Tabelle 28: Absolute Häufigkeiten der bei geöffnetem Stand beobachteten Erdrückungsereignisse unter direktem Einfluss der Buchteneinrichtung; d.B. = direkte Beteiligung, n.e. = nicht erkennbar, NA = Wert nicht vorgesehen	113

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

1. ThVO	1. Tierhaltungsverordnung
Abb.	Abbildung
AGES	Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit
a.p.	ante partum
BCS	Body Condition Score
BGBL	Bundesgesetzblatt
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
BT	Buchtentyp
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
ca.	circa
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
DG	Durchgang
engl.	englisch
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
exkl.	exklusive
EZ	Entwicklungszustand
F	Flügelbucht
Fa.	Firma
fps	frames per second
FV 0	Fixierungsvariante 0
FV 3	Fixierungsvariante 3
FV 4	Fixierungsvariante 4
FV 6	Fixierungsvariante 6
GH	Forschungsbetrieb Gießhübl
HD	Forschungsbetrieb Hatzendorf
i.e.	„id est“: das ist, das heißt
inkl.	inklusive
K	Knickbucht
Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
KM	Körpermasse
konv.	konventionell
LFS	Landwirtschaftliche Fachschule

LK	Landwirtschaftskammer
LT	Lebenstag
m	Meter
m ²	Quadratmeter
Max	Maximum
MD	Forschungsbetrieb Medau
Med.	Median
min.	Minute
Min	Minimum
mind.	mindestens
MJ	Megajoule
MMA	Mastitis-Metritis-Agalaktie-Komplex
MW	Mittelwert
N oder n	Stichprobenumfang
NA	„not available“: Wert wurde nicht erhoben/nicht vorhanden
NSL	Nacken-Steiß-Länge
o.ä.	oder ähnliches/ähnlichem
o.g.	oben genannt
OR	odds ratio
P	Pro Dromi-Bucht
p.p.	post partum
RL	Richtlinie
S	SWAP-Bucht
SD	Standardabweichung
sign.	signifikant
T	Trapezbucht
TB	Terabyte
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
Vetmeduni	Veterinärmedizinische Universität Wien
vgl.	vergleiche
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
zw.	zwischen

1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Kastenstandhaltung von Sauen während der Geburts- und Säugephase fand ab den 1960/70er Jahren zunehmend Verbreitung und stellt heute weltweit die dominierende Haltungsform dar (BAUMGARTNER 2012b, PEDERSEN et al. 2013). Die Entwicklung und Bevorzugung der Kastenstandhaltung gegenüber Systemen mit freier Bewegungsmöglichkeit der Sauen haben in erster Linie ökonomische (z.B. optimierte Platznutzung, stabile Aufzuchtleistung) und arbeitswirtschaftliche Gründe (z.B. einfachere Entmistung) (vgl. BAUMGARTNER 2012b, CRONIN et al. 1991, PEDERSEN et al. 2013) und trugen in der Folge zu einer wesentlichen Produktions- und Leistungssteigerung in der Ferkelproduktion bei (BAUMGARTNER 2012b).

Den Vorteilen der Kastenstandhaltung verglichen mit der Haltung in freien Abferkelsystemen aus ökonomischer und arbeitswirtschaftlicher Sicht (QUENDLER et al. 2010) stehen jedoch Nachteile auf Seiten der Sauen gegenüber. Die Haltung im Kastenstand bedeutet für die Tiere eine wesentliche Einschränkung der Bewegungsfreiheit und des Verhaltens (AHAW 2007, CRONIN 2014, KTBL 2006): So kann das präinatale, endogen gesteuerte Nestbauverhalten nicht adäquat ausgeführt werden (DAMM et al. 2003, WISCHNER et al. 2009a) und auch die direkte Kontaktaufnahme bzw. Interaktion der Sau mit ihren Ferkeln ist durch die Haltung im Stand stark beeinträchtigt (BLACKSHAW UND HAGELSØ 1990, MOUSTSEN et al. 2013). Zudem ist für die Sauen eine Trennung in Kot- und Liegebereich nicht möglich (PEDERSEN et al. 2013). Die Einschränkungen im Kastenstand können in einer erhöhten Stressbelastung (JARVIS et al. 1997, JARVIS et al. 2001, LAWRENCE et al. 1994) und in Verhaltensstörungen (DAMM et al. 2003) resultieren. Die Haltung im Kastenstand führt auch zu schweren Verletzungen der Sauen (VERHOVSEK 2007).

Ein erfolgreiches Haltungssystem sollte das „Dreieck der Bedürfnisse“ zwischen Sau, Ferkeln und TierhalterIn in Einklang bringen, um sowohl die Produktivität als auch das Tierwohl maximieren zu können (BAXTER et al. 2012a). Eine Schwierigkeit besteht darin, die konträren Bedürfnisse von Sauen und Ferkeln (z.B. Temperaturansprüche) aufeinander abzustimmen (BAXTER et al. 2011). Diese Problematik ist im Abferkelbereich besonders komplex, was in diesem Umfang in keinem anderen Bereich der Schweineproduktion auftritt (vgl. BARNETT et al. 2001).

In den vergangenen Jahren war daher in Österreich auch die Kastenstandhaltung im Abferkelbereich Gegenstand heftiger öffentlicher Diskussionen. Diese gipfelten in einem amtswegigen Prüfungsverfahren der Volksanwaltschaft zur Klärung der Rechtskonformität der 1. Tierhaltungsverordnung. Hierbei wurde festgehalten, dass die geltenden Rechtsnormen der 1. ThVO im Abferkelbereich einen Verstoß gegen das Tierschutzgesetz darstellen, da die Tiere massive Bewegungseinschränkungen erfahren und ihnen Schmerzen, Leiden und Schäden zugefügt werden. Als Ergebnis wurde mit 9. März 2012 eine Änderung der 1. Tierhaltungsverordnung verlautbart (1.ThVO, BGBl. II Nr. 485/2004; geändert durch BGBl. II Nr. 61/2012). In dieser ist festgehalten: *„Abferkelbuchten müssen so gestaltet sein, dass sich Sauen und Jungsauen frei bewegen können und dass die Ferkel ungehindert gesäugt werden können. (...) Bis zum Ende der kritischen Lebensphase der Saugferkel kann die Sau zum Schutz der Saugferkel vor Erdrücken fixiert werden“*.

Die temporäre Fixierung von Sauen in einer Bucht mit Abferkelstand erfüllt diese gesetzlichen Anforderungen. Diese Buchtensysteme sollen der Sau Bewegungsmöglichkeit bieten, wobei der Schutz der Ferkel vor dem Erdrücken durch die weiterhin gestattete Fixierung der Sau (während der „kritischen Lebensphase der Saugferkel“) gewährleistet bleiben soll.

Die geänderten Vorschriften der 1. ThVO implizierten zahlreiche Fragestellungen hinsichtlich der baulichen Konstruktion von Abferkelbuchten, des Tierwohls, der Wirtschaftlichkeit und der Produktionssicherheit. Diese wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Gesundheit und Frauen sowie Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft im Herbst 2013 initiierten Projekts „Pro-SAU“ (Forschungsprojekt-Nr. 100964, 100986 und 101062 BMLFUW-LE.1.3.2/0086-II/1/2013) bearbeitet (HEIDINGER et al. 2017). Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen des Projekts „Pro-SAU“ entstanden und umfasst die Themenbereiche der Ferkelmortalität hinsichtlich der biologischen Leistungen, Analyse der Sektionsdaten und der Erdrückungsereignisse.

Zielsetzung und Fragestellungen:

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, unterschiedliche Abferkelbuchten mit Möglichkeit zur temporären Fixierung der Sau hinsichtlich der Ferkelverlusten zu vergleichen bzw. die Hintergründe der Ferkelmortalität aus mehreren Blickwinkeln zu beleuchten: Zum einen sollten in Abhängigkeit von Buchtentyp und Fixierungsvariante mögliche Unterschiede der Ferkelsterblichkeit (Verluste unter den Lebendgeborenen bzw. Erdrückungsverluste) erörtert werden. Zum anderen wurden aufgetretene Ferkelverluste nach den Todesursachen Totgeburt, Erdrückung und Verenden differenziert und bezüglich relevanter Einflussfaktoren untersucht. Abschließend wurde das Verhalten von Sauen und Ferkeln bzw. der Einfluss der Buchtenkonstruktion/-bereiche bei Erdrückungsereignissen analysiert. Die behandelten Fragestellungen lauten wie folgt:

Analyse der Ferkelmortalität in Abhängigkeit von Buchtentyp und Fixierungsvariante bzw. weiteren Faktoren:

- *Besteht ein Unterschied hinsichtlich der Ferkelmortalität zwischen den beobachteten Fixierungsvarianten (FV) bzw. Buchtentypen (BT)?*
- *Können weitere Faktoren auf Basis des erhobenen Datenmaterials identifiziert werden, die Einfluss auf die Mortalitätsrate der Ferkel nehmen?*

Analyse von Sektionsdaten hinsichtlich möglicher Einflussfaktoren auf drei definierte Todeskategorien von Ferkeln:

- *Äußere Einflussfaktoren: Gibt es Unterschiede in der Auftretenshäufigkeit der Todesursachen „erdrückt“, „verendet“ und „tot geboren“ auf Grund von äußeren Einflussfaktoren (Betriebs- und Buchteneinfluss bzw. managementbezogene Faktoren)?*
- *Ferkel- bzw. saubezogene Faktoren: Bestehen Unterschiede in der Auftretenshäufigkeit der Todesursachen „erdrückt“, „verendet“ und „tot geboren“ hinsichtlich des Entwicklungszustandes und Geschlechts der Ferkel bzw. Wurfzahl und Behandlungen der Sau?*

- *Identifizierung von Merkmalen, die zwischen den Todesursachen „verendet“ und „erdrückt“ (Todeskategorien von Ferkeln, welche lebend zur Welt gekommen waren) unterscheiden lassen:*
 - *äußere Einflussfaktoren (Betriebs- und Buchteneinfluss bzw. managementbezogene Faktoren),*
 - *Ferkel- bzw. saubezogene Faktoren (Entwicklungszustand, Geschlecht, Alter, Durchfallbehandlung der Ferkel bzw. Wurfzahl und Behandlungen der Sau) und/oder*
 - *Ergebnisse aus der pathoanatomischen Untersuchung, wie beispielsweise Magen-/Darminhalt, Hämatome/Brüche oder Anomalien?*

Analyse von Erdrückungsereignissen in Buchten mit Bewegungsmöglichkeit der Sau:

- *Welche Verhaltensmuster von Sauen und Ferkeln führen zu Erdrückungen in den neuen Buchten mit Bewegungsmöglichkeit der Sau?*
- *Gibt es Buchtenbereiche, in denen Erdrückungen gehäuft auftreten?*
- *Gibt es Buchtenbestandteile, die als Auslöser von Erdrückungen wirken?*

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Rechtliche Grundlagen zur Haltung von Sauen im Abferkelbereich

Basierend auf der EU-Richtlinie über „Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen“ (RL 2008/120/EG) und neben dem österreichischen Tierschutzgesetz (TSchG; BGBl. I Nr. 118/2004) beschreibt die Anlage 5 der 1. Tierhaltungsverordnung (1.ThVO, BGBl. II Nr. 485/2004) die detaillierten rechtlichen Rahmenbedingungen für die Haltung von Schweinen in Österreich. Darüber hinaus wurde mit 9. März 2012 eine Gesetzesnovelle (BGBl. II Nr. 61/2012) veröffentlicht, in der die Haltung von Zuchtsauen in Abferkelbuchten neu geregelt ist. Diese sieht unter anderem vor, dass ab 1. Jänner 2033 Abferkelbuchten eine Mindestfläche von 5,50 m² aufweisen müssen und dabei eine Mindestbreite der Bucht von 160 cm nicht unterschritten werden darf. Des Weiteren dürfen die Sauen nur mehr bis zum Ende einer bis dato nicht näher definierten „kritischen Lebensphase“ der Ferkel fixiert werden. Die Abferkelstände müssen sowohl in Quer- als auch Längsrichtung auf die Körpergröße der einzelnen Sauen einstellbar und mindestens die Hälfte der Buchtenfläche dem Liegebereich von Sauen und Ferkeln zugeordnet sein. Tabelle 1 bietet einen Überblick zur gesetzlichen Regelung betreffend die Fixierungsmöglichkeit von Zuchtsauen in den unterschiedlichen Haltungsbereichen innerhalb der EU und in Österreich.

Tabelle 1: Vergleich der gesetzlich erlaubten Fixierungsmöglichkeit von Zuchtsauen in der Europäischen Union und in Österreich (Quellen: RL 2008/120/EG; BGBl. II Nr. 61/2012)

Gültigkeit	Haltungsbereich	Fixierungsmöglichkeit EU	Fixierungsmöglichkeit Österreich
seit 1.1.2013	Deckzentrum/ Wartebereich	ab dem Absetzen bis 4 Wochen nach dem Decken	Altbauten: bis 2033 wie EU Neu-/Umbauten und bestehende Anlagen, in denen Anforderungen ohne bauliche Maßnahme bereits erfüllt: maximal 10 Tage für den Zeitraum des Deckens
	Abferkelbereich	ab 1 Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin bis zum Ende der Säugezeit	ab 5 Tage vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin bis zum Ende der Säugezeit
ab 1.1.2033	Abferkelbereich	ab 1 Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin bis zum Ende der Säugezeit	Fixierung nur während der "kritischen Lebensphase der Saugferkel" Neu-/Umbauten: bereits ab einem Jahr ab Veröffentlichung neuer Mindestbestimmungen für Abferkelsysteme

Im Vergleich dazu gelten im europäischen Raum nur in Schweden, Norwegen und in der Schweiz strengere Haltungsrichtlinien im Abferkelbereich: Eine permanente Fixierung der Sauen im Abferkelbereich ist untersagt. Eine Haltung in Kastenständen darf in der Schweiz und in Schweden nur in Ausnahmefällen (z.B. Aggressivität gegenüber Ferkeln oder schwere Lahmheit) und unter Dokumentation der Umstände für maximal 3-5 Tage nach der Geburt erfolgen (vgl. BAUMGARTNER 2012a, SCHULZE WESTERATH UND BAUMGARTNER 2012).

2.2 Bedeutung und Entwicklung von Ferkelverlusten

Die Anzahl abgesetzter bzw. verkaufter Ferkel je Sau und Jahr stellt für Ferkelproduzenten die wichtigste ökonomische Kennzahl dar. Diese wird wesentlich durch die Anzahl lebend geborener Ferkel und die in der Säugezeit auftretenden Ferkelverluste beeinflusst.

Die Ferkelmortalität ist ein multifaktorielles Geschehen und dessen Ausmaß stellt ein Hauptproblem der gegenwärtigen Ferkelproduktion dar (AHAW 2007). Der Reduktion von Ferkelverlusten muss neben der ökonomischen Relevanz vor allem auch aus ethischen und Tierschutz-Gründen große Bedeutung beigemessen werden (LAY et al. 2002, MUNS et al. 2016a, PERSDOTTER 2010, ROEHE UND KALM 2000).

Züchterisch fand in den vergangenen Jahren eine enorme Leistungssteigerung statt. Diese zeigt sich auch in einem mehrjährigen Vergleich der biologischen Leistungen in österreichischen Ferkelproduktionsbetrieben deutlich: So wurden im Jahr 2001 noch rund zwei Ferkel je Wurf weniger lebend geboren als 2017 (Tabelle 2). Im Jahr 2017 belief sich die Anzahl abgesetzter Ferkel je Sau und Jahr in Österreich auf durchschnittlich 24,9 – das sind rund fünf Ferkel mehr als noch 16 Jahre zuvor. Bezüglich der Saugferkelverluste unter den lebend geborenen Ferkeln verhalten sich die Kennzahlen umgekehrt – hier ist von 2001 (11,4 %) bis 2017 (13,3 %) eine Zunahme um 1,9 Prozentpunkte zu verzeichnen. Im europäischen Vergleich lagen im Jahr 2010 die durchschnittlichen Ferkelverluste während der Säugephase in den Niederlanden, Großbritannien und der Schweiz bei 12,6-13,1 % und in Dänemark, Norwegen und Deutschland bei 14,2-15,3 %. In Schweden lagen in diesem Vergleichsjahr mit 17,2 % die höchsten Ferkelverluste vor (BAUMGARTNER 2012a). Als erfolgreich werden Betriebe mit weniger als 12 % Verlusten bezeichnet (PRANGE 2004). Eine Ferkelverlustrate von 10-20 % wird als normaler Bereich einer biologischen Leistung von Schweinen erachtet (EDWARDS 2002), wobei die Absenkung der Mortalitätsrate unter den lebend geborenen Ferkeln auf 8 % ein mögliches und daher anzustrebendes Ziel darstellen sollte (ALONSO-SPILSBURY et al. 2007).

Tabelle 2: Durchschnittliche biologische Leistungen in österreichischen Arbeitskreisbetrieben der Ferkelproduktion aus den Jahren 2001, 2010 und 2017 (Quelle: BMLFUW 2002, 2011, BMNT 2018)

Kennzahl	2001	2010	2017
Lebend geborene Ferkel je Wurf (n)	10,4	11,6	12,5
Lebend geborene Ferkel je Sau und Jahr (n)	22,4	26,5	28,6
Abgesetzte Ferkel je Wurf (n)	NA	10,2	10,9
Abgesetzte Ferkel je Sau und Jahr (n)	19,8	23,2	24,9
Saugferkelverluste (%)	11,4	12,6	13,3

Trotz des erzielten technischen Fortschritts, des verbesserten (Gesundheits-)Managements und haltungsbedingter Veränderungen bleiben Ferkelverluste in der Säugezeit ein ökonomisches und tierwohlrelevantes Hauptproblem (ALONSO-SPILSBURY et al. 2007, TUCHSCHERER et al. 2000). Die in vielen Herden zu beobachtende Zunahme der abgesetzten Ferkel je Sau und Jahr ist mehrheitlich auf die gesteigerte Fruchtbarkeit und weniger auf eine reduzierte Mortalitätsrate zurückzuführen (KIRKDEN et al. 2013a). Auch EDWARDS (2002) weist darauf hin, dass in Großbritannien in einem Beobachtungszeitraum von 15 Jahren nur sehr geringe Fortschritte in der Reduktion der Ferkelmortalität realisiert werden konnten. Die dortigen Verbesserungen im

Zusammenhang mit der Anzahl abgesetzter Ferkel je Wurf sind somit weitgehend das Resultat einer Zunahme der Wurfgröße.

Eine züchterisch erzielte höhere Anzahl lebend geborener Ferkel je Wurf hat, wie dargelegt wurde, nicht immer eine größere Anzahl abgesetzter Ferkel zur Folge, sondern es kann unter schlechten Haltungsbedingungen, bei inadäquatem Management oder mangelnder Tiergesundheit und Hygiene sogar zu einem Anstieg der Ferkelmortalität kommen. Der sensible Abferkelbereich erfordert somit ein komplexes und perfekt abgestimmtes Zusammenspiel tierischer, menschlicher und technischer Faktoren, um das Leistungspotenzial der heutigen Zuchtsauen auch tatsächlich ausschöpfen zu können.

2.3 Haltungsformen im Abferkelbereich und deren Vergleich hinsichtlich Ferkelmortalität

Grundsätzlich können Einzelhaltungssysteme für säugende bzw. ferkelführende Sauen in folgende Kategorien unterteilt werden:

- Einzelhaltung in einer Bucht mit permanenter Fixierung in einem Abferkelstand = „Kastenstandsystem“, „konventionelles Abferkelsystem“
- Einzelhaltung in einer Bucht mit temporärer Fixierung in einem Abferkelstand (Stand zum Öffnen oder Entfernen) = „Bewegungsbucht“, „Abferkelsystem mit Kastenstand zum Öffnen“, „Abferkelbucht mit temporärer Fixierung“
- Einzelhaltung in einer Bucht mit freier Bewegungsmöglichkeit (gänzlich ohne Abferkelstand oder mit einer kurzfristigen Fixierungsmöglichkeit z.B. im Fresstand), diese kann unstrukturiert oder in Funktionsbereiche unterteilt sein = „freie Abferkelbucht“, „freies Abferkelsystem“

Neben den o.g. Einzelhaltungssystemen kommen vereinzelt, am ehesten bei biologisch wirtschaftenden Betrieben, auch Gruppenhaltungssysteme mit freier Bewegungsmöglichkeit während des Abferkelns und Säugens („Gruppenabferkelung“) bzw. Gruppenhaltungen mit freier Bewegungsmöglichkeit nur während des Säugens („Gruppensäugen“) zur Anwendung. Im Folgenden wird ausschließlich auf die Einzelhaltung von Sauen im Abferkelbereich eingegangen.

Mittlerweile ist am Markt eine Vielzahl unterschiedlicher Abferkelbuchtentypen verfügbar, wobei viele davon eher regional Einsatz finden. Für eine detaillierte Übersicht zur Vielfalt und den Entwicklungen im Bereich der Buchtentypen und deren umfassende Beschreibung sei auf Übersichtsarbeiten bzw. Konferenz-Unterlagen von BAUMGARTNER (2012a), BAXTER UND EDWARDS (2016), EDWARDS UND FRASER (1997), KAMPHUES (2004) und KARPELES (2014) verwiesen. In der konventionellen Schweinehaltung hat sich im Abferkelbereich das Kastenstandsystem seit den 1960/70er Jahren weltweit durchgesetzt (BAUMGARTNER 2012b, PEDERSEN et al. 2013). Kastenstände wurden u.a. eingeführt, um die Bewegungsabläufe der Sauen zu kontrollieren und Erdrückungen zu mindern (EDWARDS 2002, WEARY et al. 1996b). Dabei erwiesen sie sich insbesondere in der Minderung der Häufigkeit bzw. Geschwindigkeit gefährlicher Bewegungsabläufe (wie das Abliegen der Sau oder Rollbewegungen im Liegen) als wirksam (HALES et al. 2016, WEARY et al. 1996b).

In der EU werden die Sauen von geschätzten 95 % der Ferkelproduzenten im Abferkelbereich dauerhaft im Kastenstand gehalten (JOHNSON UND MARCHANT-FORDE 2009). Auch außerhalb der EU z.B. in Australien liegt der Anteil ähnlich hoch bei 93 % (BARNETT et al. 2001). Eine

Sonderstellung unter jenen Ländern, in denen die permanente Kastenstandhaltung im Abferkelbereich nicht grundsätzlich verboten ist, nehmen Großbritannien und Neuseeland ein; hier wird ein Anteil von rund 40 % der Zuchtsauen im Freiland gehalten (AHDB 2017, CHIDGEY et al. 2015).

Systeme mit temporärer Fixierung und deren Vergleich mit Kastenstand- bzw. freien Abferkelsystemen

Aktuell ist eine noch relativ geringe, aber wachsende Anzahl publizierter Studien zu Abferkelbuchten mit temporärer Fixierungsmöglichkeit der Sauen verfügbar (für eine Übersicht siehe Tabelle 3). Unter „temporärer Fixierungsmöglichkeit“ ist in diesem Zusammenhang das Vorhandensein eines Abferkelstandes in einer Abferkelbucht zu verstehen, welcher zu unterschiedlichen Zeitpunkten geschlossen (z.B. bereits beim Einstallen oder erst kurz vor oder nach der Geburt) und an einem bestimmten Tag während der Säugezeit wieder geöffnet wird, um der Sau Bewegungsmöglichkeit zu bieten. Generell ist festzuhalten, dass Sauen die Bewegungsmöglichkeit in freien Abferkelbuchten oder in Systemen mit temporärer Fixierung auch tatsächlich nutzen (FRIEDLI et al. 1994, HESSE 1991, KAMPHUES 2004).

Bei Fixierung der Sauen innerhalb der ersten Lebenswoche der Ferkel treten geringere Ferkel- bzw. Erdrückungsverluste verglichen mit freier Abferkelung auf (vgl. Tabelle 3). Die Unterschiede sind insbesondere im Anteil erdrückter Ferkel begründet – das Erdrücken durch die Muttersau stellt in diesem Zeitraum die Haupttodesursache dar. In einigen der Studien konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass bei temporärer Fixierung vergleichbare Ferkelverluste wie in konventionellen Kastenstandsystemen erzielbar sind (CONDOUS et al. 2016, LAMBERTZ et al. 2015, SINGH et al. 2016).

Diesem positiven Effekt der Kastenstandhaltung in den ersten Lebenstagen auf die Überlebensrate der Ferkel steht allerdings nur dann eine vergleichsweise geringe Einschränkung bezüglich des Normalverhaltens der Sauen gegenüber, wenn die Fixierung erst nach der Geburt erfolgt, da in dieser Phase die Aktivität der Tiere ohnehin reduziert ist (HALES PEDERSEN 2015, JARVIS et al. 2004). Sollte der Zeitpunkt der Fixierung bereits vor der Geburt stattfinden, so zieht diese Maßnahme eine massive qualitative und quantitative Beeinträchtigung der natürlichen Verhaltensweisen der Sau nach sich. Insbesondere ist die adäquate Ausübung des endogen gesteuerten und hochmotivierten Nestbauverhaltens bei einer Haltung im Kastenstand nicht möglich. Derartige Verhaltenseinschränkungen wirken sich nachweislich sehr belastend auf die Tiere aus (DAMM et al. 2003, JARVIS et al. 1997, JARVIS et al. 2001, LAWRENCE et al. 1994).

Gleichzeitig ist der Zeitraum insbesondere zu Geburtsbeginn gekennzeichnet durch vermehrte Aktivität und Positionswechsel (JARVIS et al. 1999, PEDERSEN et al. 2003) und daher als besonders kritische Phase für die Ferkel zu sehen (HALES et al. 2015a, WEARY et al. 1996b). Der Wahl eines geeigneten Fixierungszeitpunktes kommt bezüglich des Tierwohls somit mindestens ebenso entscheidende Bedeutung zu wie jener der Stand-Öffnung. Im Hinblick auf die Ferkelmortalität hat sich das Einsperren der Sau bereits vor der Geburt als wirksame Maßnahme zur Reduktion der Verluste verglichen mit bei Geburt freier Sau erwiesen (CONDOUS et al. 2016, HALES et al. 2015a). In diesem Zusammenhang konnte kein signifikanter Einfluss des Fixierungszeitpunktes (vor oder nach der Geburt) auf den Geburtsverlauf (Geburtsdauer, Zwischenferkelintervall; HALES et al. (2015b)) und die Anzahl der gesamt bzw. lebend geborenen Ferkel (HALES et al. 2015b, MOUSTSEN et al. 2013) sowie der tot geborenen Ferkel festgestellt werden (HALES et al. 2015a, HALES et al. 2015b, MOUSTSEN et al. 2013). Andererseits liegen auch Hinweise vor, dass

eine Fixierung vor der Geburt durchaus negativen Einfluss auf die Anzahl der Totgeburten haben kann (CONDOUS et al. 2016).

Im weiteren Verlauf der Säugezeit steigt die Aktivität der Sauen wieder deutlich an (VALROS et al. 2003), wodurch die einschränkenden Effekte der Fixierung auf das Verhalten der Sauen dann in etwa ab Tag 3 p.p. wieder an Bedeutung gewinnen. Es ist anzunehmen, dass eine postpartale Fixierung in diesem Zeitraum geringerer Aktivität mit vergleichsweise geringeren Einschränkungen für die Sau einhergehen als dies in der aktiven Nestbauphase der Fall wäre (HALES PEDERSEN 2015).

Die Haltungsform mit temporärer Fixierung in Abferkelbuchten kann auch als Übergangslösung hin zur völlig frei beweglichen Sau im Abferkelbereich betrachtet werden (KARPELES 2014, SINGH et al. 2016), bis den Tieren und TierhalterInnen gerecht werdende freie Systeme verfügbar sind (KARPELES 2014). Als Leitlinie sollte von einer Konstruktionsweise bzw. Design-Kriterien ausgegangen werden, die grundsätzlich auf freie Abferkelung ausgerichtet sind und zusätzlich eine Möglichkeit zur Fixierung bieten, als sich umgekehrt von der permanent fixierten Haltungsweise (mit wenig Fläche) „in Richtung Freiheit“ zu orientieren (MOUSTSEN et al. 2012).

Tabelle 3: Chronologische Übersicht zu Studien betreffend die Untersuchung von Abferkelssystemen mit temporärer Fixierung der Sau (a.p. = ante partum; p.p. = post partum; LT = Lebenstag; FV = Fixierungsvariante; geb. = geboren; konv. = konventionell; MW = Mittelwert; sign. = signifikant; vs. = versus; zw. = zwischen)

Quellen	Untersuchte Haltungssysteme und Versuchsbedingungen	Angewandte Fixierungszeiträume	Ergebnisse
KAMPHUES (2004)	Vergleich von vier Abferkelbuchten mit je 5 m ² Fläche: in zwei Buchten Kastenstand in Diagonalaufstellung, davon in einer zum Öffnen; zwei Buchtentypen mit reduziertem Stand frei geführt; 318 Würfe	- Permanente Fixierung - Öffnen ca. am 10. LT - Keine Fixierung	Ferkelverluste (lebend geb.): 17,9 % im konv. System, 19,6 % im System mit Kastenstand zum Öffnen und 25,8 % bzw. 26,9 % in den freien Systemen; Erdrücken: in allen Haltungsverfahren die Haupttodesursache; in Buchten mit Fixierung der Sau durchschnittlich 1,4 Ferkel je Wurf erdrückt und in jenen ohne Fixierung 0,6-0,7 Ferkel mehr
VERHOVSEK (2007)	Vergleich von drei Buchtentypen: - konv. Abferkelbucht 5 m ² (103 Würfe) - Bucht mit Kastenstand zum Öffnen (6,7 m ² , „Trapezbucht“, 47 Würfe) - freie Abferkelbucht (6,7 m ² , „FAT 2-Bucht“, 53 Würfe)	- Permanente Fixierung - Schließen 1 Tag a.p. & Öffnen 2 Tage p.p. - Keine Fixierung	Ferkelverluste (lebend geb.): 14,37 % im konv. System, 21,40 % in Trapezbucht, 21,21 % in FAT-Bucht; Erdrücken: höhere Verluste in freien Systemen auf Grund von mehr Erdrückungen – diese waren im Kastenstandsystem (0,45 Ferkel/Wurf) sign. geringer als in Trapez- (0,82 Ferkel) und FAT-Bucht (1,83 Ferkel); sign. mehr abgesetzte Ferkel im konv. Kastenstand (1 Ferkel mehr), allerdings mit höherer Verletzungssträchtigkeit für die Sauen in diesem System (mehr Integument- und Klauenschäden, Zitzenverletzungen) als in den beiden anderen Buchtentypen
MOUSTSEN et al. (2013)	Abferkelbucht mit Kastenstand zum Öffnen (4,7 m ²); 210 Würfe; Beobachtungszeitraum endete am Tag 10 p.p.	- Schließen nach Geburt & Öffnen am 4. Tag p.p. - Schließen nach Geburt & Öffnen am 7. Tag p.p. - Schließen zum Einstellen & Öffnen am 7. Tag p.p. - keine Fixierung	Ferkelverluste (lebend geb.): Erste 3 Lebenstage entscheidend für Überlebensrate der Ferkel – sign. höchste Verluste in Variante ohne Fixierung (in Summe 2,2 tote Ferkel vor bzw. nach Wurfausgleich vs. 1,0 Ferkel in restriktivster Variante); zw. 3. und 10. LT keine sign. Unterschiede mehr zw. FV; Erdrücken: Haupttodesursache mit 65 % der Verluste (ohne Fixierung 83 %); kein Einfluss der FV auf Anzahl gesamt, tot und lebend geb. Ferkel; Fixierung für 4 Tage p.p. geeignete Maßnahme zur Minderung der Verluste im Vergleich zu völlig freier Haltung der Sau
KARPELES (2014)	Befragung von 11 Betrieben: - Systeme mit temporärer Fixierung (n = 5) - freie Buchtentypen (FAT- & Schweitzer-Bucht, n = 3) - Gruppenabferkelssysteme (n = 3)	- Temporäre Fixierung zw. 3 und 21 Tagen (MW: 9,8 Tage) - Keine Fixierung	Ferkelverluste (lebend geb.): Sign. höher in Buchten mit völlig freier Sau (MW: 13,8 %) verglichen mit temporärer Fixierung der Sau (MW: 8,1 %), jedoch kein Unterschied in der Anzahl abgesetzter Ferkel je Sau und Jahr – statistische Aussagekraft auf Grund geringer Stichprobengröße beschränkt; Erdrücken: von neun Befragten als Hauptursache für Ferkelverluste genannt (40 % der Gesamtverluste bzw. 9,65 % der lebend geb. Ferkel)

CHIDGEY et al. (2015)	Vergleich von Abferkelbuchten mit konv. Kastenstand (3,84 m ² , 338 Würfe) und schräg angeordnetem Kastenstand zum Öffnen („Combi Flex-Bucht“, 5,85 m ² , 394 Würfe)	- Permanente Fixierung - Schließen 3 Tage a.p. & Öffnen am 4. LT	Ferkelverluste (lebend geb.): 6,10 % permanente Fixierung, 10,23 % temporäre Fixierung – sign. Unterschied; höherer Anteil der Verluste insgesamt bzw. durch Erdrücken ab dem 4. LT bis zum Absetzen in Buchten mit Kastenstand zum Öffnen (38,8 % bzw. 42,5 %) verglichen mit konv. System (30,43 % bzw. 30,8 %); sign. höheres Absetzgewicht bei Würfeln aus Buchten mit Kastenstand zum Öffnen verglichen mit konv. System
HALES et al. (2015a)	Abferkelbucht mit Kastenstand zum Öffnen („SWAP-Bucht“); 6,3 m ² ; 1125 Sauen; 2139 Würfe	- Schließen am 114. Trächtigkeitstag & Öffnen am 4. Tag p.p. - Schließen nach Geburt & Öffnen am 4. Tag p.p. - Keine Fixierung	Ferkelverluste (lebend geb.): 17,9 % bei Fixierung a.p., je 21,4 % in Variante mit Fixierung p.p. bzw. ohne Fixierung – sign. Unterschied; Erdrücken: Haupttodesursache in allen FV; mit 53,9 % bei Fixierung a.p., 55,3 % in Variante mit Fixierung p.p. und 59,5 % ohne Fixierung sign. Unterschiede zwischen FV hinsichtlich der prozentualen Anteile erdrückter Ferkel: 7,8 % (fixiert a.p.) vs. 9,7 % (fixiert p.p.) vs. 10,7 % (nicht fixiert) wichtige Phase im Hinblick auf Mortalität ist jene von der Geburt des 1. Ferkels bis zum Wurfausgleich → Fixierung für 4 Tage p.p. geeignete Maßnahme zur Minderung der Verluste in diesem Zeitraum, aber um gesamte Mortalität zu reduzieren bereits Fixierung vor Geburt essenziell; höhere Verluste nach Tag 4 in Varianten mit verglichen mit Variante ohne Fixierung; kein Einfluss der FV auf den Anteil der Totgeburten
HALES et al. (2015b)	Abferkelbucht mit Kastenstand zum Öffnen in gerader Aufstallung; 5,25 m ² ; 120 Würfe; Betrachtungszeitraum bis zum 7. Lebenstag – konzentrierter Blick auf Geburtsphase	- Schließen am 114. Trächtigkeitstag & Öffnen nach Geburt - Schließen am 114. Trächtigkeitstag & Öffnen am 4. Tag p.p. - Schließen nach Geburt & Öffnen am 4. Tag p.p. - Keine Fixierung	Ferkelverluste (lebend geb.): Vor Wurfausgleich sign. höher bei Sauen ohne Fixierung (11,3 %) verglichen mit anderen FV (5,0-6,6 %); nach Wurfausgleich bis zum 4. LT am höchsten in beiden Varianten mit in dieser Phase freier Sau; Erdrücken: 3,4-4,3 Mal höheres Risiko ohne Fixierung der Sau bzw. in FV mit geringerer Fixierungsdauer verglichen mit restriktivster Variante (fixierte Geburt und Öffnen am 4. Lebenstag); kein Unterschied hinsichtlich des Erdrückungsrisikos zw. den anderen Varianten; 2-fach höheres Risiko für Erdrückung vor Wurfausgleich verglichen mit Zeit nach Wurfausgleich; keine sign. Unterschiede zw. bei Geburt fixierten und freien Sauen bezüglich Geburtsprozess (Geburtsdauer und Zwischenferkelintervall) und Anzahl gesamt geb., tot oder lebend geb. Ferkel; sign. Unterschied in Bezug auf Geburtsintervall zw. tot (30 min.) und lebend geb. Ferkeln (15 min.)
LAMBERTZ et al. (2015)	Abferkelbucht mit Kastenstand zum Öffnen in Diagonalaufstallung; 4,63 m ² ; ausschließlich Jungsauen im Versuch; 168 Würfe	- Schließen am Tag 0, permanente Fixierung - Schließen am Tag 0 & Öffnen am 7. Tag p.p. - Schließen am Tag 0 & Öffnen am 14. Tag p.p.	Ferkelverluste (lebend geb.): 11,4 % bei permanenter Fixierung, 13,3 % bei Fixierung bis Tag 7 p.p. und 12,9 % bis Tag 14 p.p. – Unterschiede nicht sign.; in allen FV knapp 90 % der Verluste innerhalb 1. Lebenswoche; Erdrücken: Haupttodesursache mit 50 % der Verluste bei permanenter Fixierung, 59 % bei Fixierung bis Tag 7 p.p. und 61 % bis Tag 14 p.p.; keine sign. Unterschiede zw. FV in Bezug auf auftretende Integumentschäden und Aktivität der Sauen bzw. Gewichtszunahme der Ferkel

CONDOUS et al. (2016)	Vergleich von Abferkelbucht mit konv. Kastenstand (4,08 m ² , 60 Würfe) und schräg angeordnetem Kastenstand zum Öffnen (6,02 m ² , „Combi Flex-Bucht, 120 Würfe)	<ul style="list-style-type: none"> - Permanente Fixierung - Schließen vor Geburt & Öffnen am 3. LT - Schließen vor Geburt & Öffnen am 7. LT - Schließen nach Geburt & Öffnen am 3. LT - Schließen nach Geburt & Öffnen am 7. LT 	Ferkelverluste (gesamt): Sign. am höchsten in der Variante mit freier Geburt und Fixierung bis zum 3. LT verglichen mit allen anderen Varianten; höhere Verluste bei freier Geburt verglichen mit bei Geburt fixierter Sau; Erdrücken: sign. mehr erdrückte Ferkel in Varianten mit bei Geburt freier Sau; ähnliche Verluste in konv. System und Varianten mit bei Geburt fixierter Sau; kein sign. Unterschied in Wurfgröße und Anzahl lebend geb. Ferkel zw. FV; sign. höhere Anzahl an Totgeburten im konv. System verglichen mit bei Geburt freien Sauen sowie sign. längere Geburtsdauer und tendenziell längeres Zwischenferkelintervall im konv. System verglichen mit temporärer Fixierung; kein Einfluss der FV auf Gewichtszunahmen der Ferkel und deren Durchschnittsgewicht am Tag 8 p.p. und beim Absetzen
SCHNEIDER UND JAIS (2016)	Vergleich von Abferkelbucht mit konv. Kastenstand (44 Würfe) und sechs Buchten mit Kastenstand zum Öffnen (152 Würfe), davon zwei in Diagonalaufstellung, mit Flächenangeboten zw. 5,46 m ² und 6,0 m ²	<ul style="list-style-type: none"> - Permanente Fixierung - Öffnen am durchschnittlich 7. LT 	Ferkelverluste (lebend geb.): Große Streuung zw. Würfen, daher keine „belastbare Beurteilung“ möglich; Erdrücken: meiste Erdrückungsverluste während Phase mit geschlossenem Abferkelstand (0,8 Ferkel in Bewegungsbuchten vs. 0,6 Ferkel in konv. Bucht); nach Stand-Öffnung höhere Verluste durch Erdrücken in Bewegungsbuchten (0,4 vs. 0,1 Ferkel) und insg. knapp doppelt so hohe Erdrückungsverluste in Bewegungsbuchten (1,3 Ferkel) verglichen mit konv. Bucht (0,7 Ferkel); in Bewegungsbuchten 0,5 Ferkel weniger abgesetzt als in konv. Bucht
SINGH et al. (2016)	Vergleich von Abferkelbucht mit konv. Kastenstand (3 m ²) und freier Abferkelbucht (4,08 m ²); 672 Würfe über 12 Monate hinweg (Experiment 3 der Publikation)	<ul style="list-style-type: none"> - Permanente Fixierung - Geburt in konv. Bucht/ Umställen am 3. LT in freie Abferkelbucht 	Drei Experimente mit unterschiedl. Sauenanzahl und leicht geänderten Buchtendimensionen zum Vergleich hinsichtlich Verlusten, Verhalten, Verletzungen, Zunahmen; Experiment 3 zu Ferkelverlusten vom 3. LT bis zum Absetzen: kein sign. Unterschied zw. den Haltungssystemen bzw. FV: 0,64 bzw. 0,63 tote Ferkel je Wurf im konv. Kastenstand bzw. bei Variante mit Umställen in freie Bucht
VAN WETTERE (2017)	Vergleich von Abferkelbucht mit konv. Kastenstand (4,08 m ²) und schräg angeordnetem Kastenstand zum Öffnen (6,02 m ²); 608 Würfe; mit besonderem Augenmerk auf Jahreszeit (Sommer/Winter)	<ul style="list-style-type: none"> - Permanente Fixierung - Geburt in konv. Bucht & Umställen in offene Bucht am 7. Tag p.p. - Schließen zum Einstellen & Öffnen am 7. Tag p.p. - Schließen in der Nacht vor Geburtstermin bzw. bei Einsetzen der Geburt & Öffnen am 7. Tag p.p. - Keine Fixierung 	Ferkelverluste (lebend geb.): Sign. geringer in den ersten 24 Stunden und insgesamt bei permanenter Fixierung im konv. System verglichen mit allen anderen FV bzw. Haltungssystemen; 3,5 Mal so hohe Verluste bis zum 7. LT bei frei beweglicher Sau verglichen mit Fixierung bis zum 7. LT und kein Anstieg der Ferkelmortalität ab dem Zeitpunkt des Freilassens am 7. LT unabhängig davon, ob Stand geöffnet oder Sau in offene Bucht umgestallt wurde, verglichen mit permanenter Fixierung – Effekte unabhängig von der Jahreszeit; kein sign. Einfluss der FV bzw. des Haltungssystems auf gesamte Wurfgröße und Anzahl tot oder lebend geb. Ferkel; sign. mehr Totgeburten, höhere Mortalität und tendenziell geringere Anzahl abgesetzter Ferkel im Winter als im Sommer; tendenzieller Einfluss des Systems auf Cortisol-Levels (höher in konv. Bucht)

2.4 Zeitraum erhöhter Mortalität bei Saugferkeln

Vielen Literaturquellen ist ein bestimmter Zeitraum nach der Geburt zu entnehmen, der als maßgeblich hinsichtlich der aufgetretenen Ferkelverluste im Allgemeinen bzw. Erdrückungsverluste im Speziellen angeführt wird. Aus der Auswahl an Untersuchungen (Tabelle 4) geht hervor, dass jedenfalls die erste Lebenswoche der Saugferkel kritisch ist, insbesondere die ersten drei bis vier Lebenstage (vgl. auch Kap. 2.3) sind von vorrangiger Bedeutung im Hinblick auf die Ferkelsterblichkeit.

SCHWARZ (2008) ermittelte eine signifikant sinkende Erdrückungswahrscheinlichkeit mit Zunahme jedes einzelnen Lebenstages der Ferkel. Erklärt wird dies durch die mit steigendem Ferkelalter zunehmende Akzeptanz des Ferkelnestes, wodurch sich die Ferkel zum Ruhen außerhalb des Bereichs der Sau befinden. Grundsätzlich ist auch davon auszugehen, dass die Ferkel mit steigendem Lebensalter kräftiger sowie mobiler sind und daher besser mit ihrer Umwelt bzw. der Sau interagieren (beispielsweise ausweichen) können.

Tabelle 4: Literatursauswahl mit Angaben zu Zeiträumen, in denen Ferkel- und Erdrückungsverluste gehäuft auftreten bzw. Ferkel besonders gefährdet sind

Quellen	Zeitraum	Verlustrate/-art	Haltungssystem und Versuchsbedingungen
DYCK UND SWIERSTRA (1987)	in ersten 4 Lebenstagen	61,5 % der Ferkelverluste 90 % der Erdrückungen	Untersuchung zu Todeszeitpunkt und -ursache von 569 toten Ferkeln aus 233 Würfen in konv. Kastenstandbuchten
HELLBRÜGGE (2007)	Tag der Geburt	31,3 % der Ferkelverluste	1538 Würfe aus 943 Deutschen Landrasse-Sauen; Haltung in konv. Kastenstandbuchten mit Diagonalaufstallung und 4,8 m ² Buchtenfläche
	in ersten 3 Lebenstagen	68 % der Ferkelverluste 8,8 % von insgesamt 12,4 % Erdrückungsverlusten	
SCHORMANN (2007)	in der 1. Lebenswoche	82 % der Ferkelverluste	Untersuchung von 24 Würfen in zwei 6,7 m ² großen konv. Kastenstandbuchten und je zwei unterschiedl. Ferkelnestern
	in ersten 3 Lebenstagen	92,3 % der Erdrückungsverluste	
KAMPHUES (2004)	in der 1. Lebenswoche	93,6 % der Ferkelverluste 100 % der Erdrückungsverluste	Vergleich von vier Abferkelsystemen mit permanenter und temporärer Fixierung sowie freibeweglicher Sau; 318 Würfe
	in ersten 3 Lebenstagen	87,1 % der Ferkelverluste >80 % der Erdrückungsverluste	
LAMBERTZ et al. (2015)	in der 1. Lebenswoche	90 % der Ferkelverluste (unabhängig von der untersuchten Fixierungsvariante)	Vergleichsstudie mit 168 Jungsauen in einer 4,6 m ² großen Bucht bei Anwendung temporärer Fixierung (bis 7 oder 14 Tage p.p.) bzw. permanenter Fixierung
BRADSHAW UND BROOM (2016)	innerhalb 48 Stunden p.p.	50 % bzw. 64 % der Erdrückungen in Kastenstandsystem bzw. freier Bucht	Vergleich von konv. Kastenstandsystem (10 Würfe) mit freier „Oval-Bucht“ (9,4 m ² ; 8 Würfe);
	in ersten 3 Lebenstagen	75 % bzw. 64 % der Erdrückungen je System	
MARCHANT et al. (2000)	in ersten 4 Lebenstagen	57,3 % der Ferkelverluste 67,4 % der Erdrückungsverluste	Vergleich von zwei alternativen Systemen (Gruppen-Abferkelsystem frei bzw. mit Fixierungsmöglichkeit) mit einem konv. Kastenstandsystem ; 198 Würfe
ANDERSEN et al. (2005)	innerhalb 48 Stunden p.p.	86% der Erdrückungsverluste	Untersuchungen zu Muttereigenschaften bzw. Erdrückungsvorgängen bei 59 Sauen in einer freien Abferkelbucht mit 5,9 m ² Fläche
WARTER et al. (2009)	innerhalb des 1. Lebenstages	78 % der Erdrückungsverluste	Untersuchung der Erdrückungsereignisse von Würfen aus 37 Sauen in einer freien Abferkelbucht mit 10 m ² Fläche
	in ersten 3 Lebenstagen	97 % der Erdrückungsverluste	

2.5 Ursachen für Ferkelverluste

Ferkelverluste während der Säugephase können als multifaktorielles Geschehen bezeichnet werden (AHAW 2007, CRONIN 2014), wobei Sau, Ferkel und Haltungsumwelt ein komplexes System bilden, welches ausschlaggebend für die Überlebensfähigkeit der Ferkel ist (BAXTER et al. 2008, EDWARDS 2002, WESTIN et al. 2015). Die drei genannten miteinander interagierenden Hauptbereiche üben über eine Vielzahl von Faktoren entscheidenden Einfluss auf das Auftreten von Ferkelverlusten aus (vgl. BARNETT et al. 2001, EDWARDS 2002, LAY et al. 2002, MUNS et al. 2016a):

- Sau (z.B. Genetik, Wurfzahl, Wurfgröße, Gesundheitsstatus, Milchproduktion, Stress, Ernährung, Verhalten)
- Ferkel (z.B. Geburtsgewicht, Vitalität, Geschlecht, Verhalten)
- Umwelt (z.B. Haltungssystem, Herdengröße, Management, Stallklima, Jahreszeit)

Zeitlich betrachtet können Ferkelverluste bereits ab der Befruchtung (in der Embryonal- bzw. Fetalphase) auftreten. Perinatale Ferkelverluste lassen sich in prä-, intra- und postnatale Verluste unterteilen (WALDMANN 1995). Tot geborene Ferkel werden eingeteilt in pränatale Verluste (mumifizierte und autolytierte Feten – auf diese wird in der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen) und in Verluste kurz vor bzw. während der Geburt, welche als Totgeburten bezeichnet werden (SPICER et al. 1986). Für die Interpretation und Vergleichbarkeit der Verlustraten unterschiedlicher Studien wesentlich ist die Unterscheidung nach Gesamtverlusten (Totgeburten plus Verluste unter den Lebendgeborenen, engl.: „total mortality“) und den Ferkelverlusten unter den Lebendgeborenen (engl.: „live-born mortality“, „pre-weaning mortality“).

Ferkelverluste in Form von Totgeburten treten gemäß Literatur mit einem Anteil an den Gesamtverlusten von 18,5-37,1 % (DYCK UND SWIERSTRA 1987, GRANDINSON et al. 2002, SCHWARZ 2008) auf. Mit steigenden Wurfgrößen steigt die Totgeburtenrate, was auf eine verlängerte Geburtsdauer und die daraus resultierende Hypoxie zurückzuführen ist (SHANKAR et al. 2009). Ein langes Geburtsintervall (BAXTER et al. 2009, PEDERSEN et al. 2011, SPICER et al. 1986, ZALESKI UND HACKER 1993), geringes Geburtsgewicht (PEDERSEN et al. 2011) bzw. geringer Body Mass Index und Ponderal Index (BAXTER et al. 2008, BAXTER et al. 2009) sowie eine späte Geburtsreihenfolge (BAXTER et al. 2008, BAXTER et al. 2009, PEDERSEN et al. 2011, SPICER et al. 1986, ZALESKI UND HACKER 1993) gelten als Risikofaktoren für das Auftreten von Totgeburten.

Verluste unter den lebend geborenen Ferkeln lassen sich nach VAILLANCOURT et al. (1990) und CHRISTENSEN UND SVENSMARK (1997) in folgende Kategorien einteilen:

- Lebensschwäche (Unterentwicklung bzw. Verhungern)
- Trauma und Verletzungen (z.B. Erdrückungen, Totbeißen durch die Sau)
- Durchfall, Erkrankungen des Verdauungstraktes
- Fehlbildungen (z.B. Anomalien, Spreizferkel, Zitterferkel)
- Infektionen und systemische Erkrankungen (z.B. Sepsis, Aujeszky-Virus)
- Lahmheit (z.B. Gelenksentzündungen, je nach Zuordnung auch Spreizferkel)
- Erkrankungen des Respirationstraktes
- Andere (z.B. nicht näher spezifizierte oder unbekannte Ursache, Euthanasie, Hauterkrankung)

Während in der ersten Lebensphase geschwächte Ferkel (durch Unterkühlung und Unterversorgung mit Energie auf Grund mangelnder Milchaufnahme) und auch „normale“ Ferkel auf Grund der anziehenden Wirkung des Gesäuges (Geruch, Beschaffenheit und Wärme) anfälliger für das Erdrücken sind, führt mit fortschreitender Säugedauer vor allem schlechte Hygiene zu Verlusten durch Erkrankungen (CRONIN 2014). Eine Auswahl zu in der Literatur angegebenen Häufigkeiten der Verlustursachen ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Das Erdrücken durch die Muttersau stellt hierbei eine der Hauptursachen für Saugferkelverluste (bis zu 75 %; vgl. Tabelle 5) in der Ferkelproduktion dar (vgl. JARVIS et al. 2005, LAY et al. 1999).

Einem Erdrückungsereignis geht vielfach eine Schwäche und Unterkühlung der Ferkel voraus (KNIGHT 2018), weshalb sie mehr Zeit in direkter Nähe der Sau verbringen (WEARY et al. 1996a) und auf Grund einer verminderten Reaktivität im Hinblick auf Sauenbewegungen eher erdrückt werden (KNIGHT 2018). Das Verhungern spielt vor allem ab dem 4./5. Lebenstag eine Rolle (DYCK UND SWIERSTRA 1987). Anteile von 5,8-11,4 % der Verluste unter den lebend geborenen Ferkeln können nicht näher definiert bzw. beurteilt werden und werden mit „Todesursache unklar“ bezeichnet (DYCK UND SWIERSTRA 1987, EDWARDS et al. 1994, KILBRIDE et al. 2012, SCHWARZ 2008, USDA 2015).

Die zum Teil doch recht deutlichen Anteilsunterschiede innerhalb der einzelnen Todeskategorien in Tabelle 5 können zum einen auf den unterschiedlichen Detailgrad der Differenzierung zwischen verschiedenen Ursachen zurückzuführen sein und zum anderen weisen EDWARDS (2002) und VAILLANCOURT et al. (1990) auf das mitunter erhebliche Problem der Fehlinterpretation von Todesursachen hin. Des Weiteren stellt eine diagnostizierte Todesursache oftmals nur den „finalen Akt“ einer ganzen Reihe von vorausgegangenen Ereignissen, verursacht durch einen anderen Auslöser, dar (EDWARDS 2002). Häufig ergeben sich auch Interaktionen zwischen mehreren möglichen Todesursachen (SHANKAR et al. 2009).

In den nachfolgenden Kapiteln werden ausgewählte, für die Entstehung von Ferkelverlusten maßgebliche sau-, ferkel- und umweltbezogene Einflussfaktoren beschrieben.

Tabelle 5: Auswahl von in der Literatur angegebenen relativen Häufigkeiten für unterschiedliche Ferkelverlustursachen in der Säugephase

Todesursache	Verlustanteile (ansteigend) mit Quelle	
	bezogen auf Gesamtverluste	bezogen auf Verluste unter den Lebendgeborenen
Lebensschwäche, Unterentwicklung		4,1 % ROEHE et al. (2009)
		8,7 % SPICER et al. (1986)
	2,3 % (Unterkühlung) DYCK UND SWIERSTRA (1987)	10,9 % CRONIN et al. (1996)*
	13,5 % (Unterentwicklung plus Tod unmittelbar p.p.) SCHWARZ (2008)	13,8 % KILBRIDE et al. (2012)
		15,2 % (euthanasiert) WEARY et al. (1998)
		26,9 % FAHMY UND BERNARD (1971)
		29,7 % VAILLANCOURT et al. (1990)
	30,9 % JARVIS et al. (2005)	
Verhungern, Kümern		6,1 % ROEHE et al. (2009)
		6,8 % KILBRIDE et al. (2012)
	8,3 % SCHWARZ (2008)	12,5 % (inkl. Unterkühlung) CRONIN et al. (1996)*
	12,5 % (inkl. Unterkühlung) EDWARDS et al. (1994)	15,1 % USDA (2015)
	13,0 % GRANDINSON et al. (2002)	15,7 % (inkl. Unterkühlung) EDWARDS et al. (1994)
	13,1 % (inkl. Unterkühlung) MARCHANT et al. (2000)**	19,2 % (inkl. Unterkühlung) MARCHANT et al. (2000)**
	26,9 % DYCK UND SWIERSTRA (1987)	20,9 % (inkl. Unterkühlung) MARCHANT et al. (2001)**
	21,0 % (inkl. Unterentwicklung) EDWARDS et al. (1986)	
Erdrückung		19,2 % (inkl. Totbeißen) FAHMY UND BERNARD (1971)
		19,8 % SPICER et al. (1986)
		32,8 % CRONIN et al. (1996)*
	23,9 % DYCK UND SWIERSTRA (1987)	33,8 % VAILLANCOURT et al. (1990)***
	26,4 % GRANDINSON et al. (2002)	46,0 % EDWARDS et al. (1986)
	38,0 % SCHWARZ (2008)	47,2 % JARVIS et al. (2005)
	51,4 % MARCHANT et al. (2000)**	48,8 % USDA (2015)
	57,0 % EDWARDS et al. (1994)	59,5 % KILBRIDE et al. (2012)
		61,3 % ROEHE et al. (2009)
		67,0 % WEARY et al. (1998)
	71,7 % EDWARDS et al. (1994)	
	74,6 % MARCHANT et al. (2001)**	
	75,4 % MARCHANT et al. (2000)**	

Fortsetzung **Tabelle 5:** Auswahl von in der Literatur angegebenen Häufigkeiten für unterschiedliche Ferkelverlustursachen in der Säugephase

Durchfall		0,9 % ROEHE et al. (2009) 3,5 % KILBRIDE et al. (2012) 9,4 % (inkl. "illness") CRONIN et al. (1996)* 10,0 % EDWARDS et al. (1986) 10,2 % USDA (2015) 12,2 % VAILLANCOURT et al. (1990) 14,2 % FAHMY UND BERNARD (1971) 16,7 % SPICER et al. (1986)
Fehlbildung	0,8 % GRANDINSON et al. (2002) 0,9 % DYCK UND SWIERSTRA (1987) 2,9 % SCHWARZ (2008)	2,3 % (Geburtsabnormalität und Spreizferkel) KILBRIDE et al. (2012) 4,0 % FAHMY UND BERNARD (1971) 4,4 % (Spreizferkel) SPICER et al. (1986) 5,5 % VAILLANCOURT et al. (1990) 9,4 % (Spreizferkel) CRONIN et al. (1996)*
Infektion, Erkrankung	0,9 % DYCK UND SWIERSTRA (1987) 3,5 % EDWARDS et al. (1994) 5,5 % GRANDINSON et al. (2002) 8,9 % SCHWARZ (2008)	2,4 % (Gelenksentzündung, Lahmheit, Nabelerkrankung, andere Erkrankung) KILBRIDE et al. (2012) 4,4 % (Respirationstrakt) USDA (2015) 4,4 % EDWARDS et al. (1994) 8,1 % VAILLANCOURT et al. (1990) 19,9 % (Lähmung, Rachitis, Pneumonie, Anämie) FAHMY UND BERNARD (1971) 25,8 % (Anämie, Pneumonie und Infektionen) SPICER et al. (1986)
Totbeißen durch die Sau	3,8 % GRANDINSON et al. (2002)	0,4 % ROEHE et al. (2009) 1,2 % JARVIS et al. (2005) 1,7 % KILBRIDE et al. (2012) 10,7 % SPICER et al. (1986) 25,0 % CRONIN et al. (1996)*
Andere	3,7 % MARCHANT et al. (2000)** 13,4 % GRANDINSON et al. (2002)	3,8 % (sehr differenzierte Auflistung weiterer Ursachen wie Unfall/Verletzung, Zittern usw.) KILBRIDE et al. (2012) 4,5 % MARCHANT et al. (2001)** 5,5 % MARCHANT et al. (2000)** 10,7 % VAILLANCOURT et al. (1990) 13,9 % (nicht infektiös und Null-Diagnose) SPICER et al. (1986) 15,8 % FAHMY UND BERNARD (1971) 15,8 % USDA (2015) 17,9 % WEARY et al. (1998) 20,8 % JARVIS et al. (2005) 27,2 % ROEHE et al. (2009)

* Betrachtungszeitraum: erste drei Lebenstage

** Betrachtungszeitraum: erste sieben Lebenstage

*** Todesursache nicht als Erdrückung sondern als „Trauma“ bezeichnet

2.5.1 Saubezogene Faktoren

Die Unterschiede in der Ferkelmortalität können zwischen einzelnen Sauen mehr als 50 % betragen (MARCHANT et al. 2000). Die Grundlage für die Aufzuchtleistung einer Sau bildet deren individuelle, genetische Veranlagung und der physische bzw. gesundheitliche Zustand. Darüber hinaus spielt das Verhalten des Muttertieres und die Interaktion zwischen Sau und Ferkeln eine entscheidende Rolle im Hinblick auf die Überlebensfähigkeit der Jungtiere. Im Folgenden werden jene wesentlichen Faktoren erläutert, welche von Seiten der Sau Einfluss auf die Ferkelmortalität nehmen können.

2.5.1.1 Wurfgröße, Alter und physische Verfassung

Die **Wurfgröße** nimmt mit steigender Wurfzahl zu (CHIDGEY et al. 2015, HELLBRÜGGE 2007, KOKETSU et al. 2006, WEARY et al. 1998). Die höchste Anzahl lebend geborener Ferkel ist zwischen dem 3. und 5. Wurf zu erwarten (CHIDGEY et al. 2015, KOKETSU et al. 2017), danach bzw. nach dem 6. Wurf sinken die Ferkelzahlen wieder ab (HOLYOAKE et al. 1995). Ein Anstieg der Wurfgröße zieht eine verlängerte Geburtsdauer, eine größere Varianz der Geburtsgewichte und einen erhöhten Anteil schwacher Ferkel, welche ein gesteigertes Mortalitätsrisiko aufweisen, nach sich (MARCHANT et al. 2000, SHANKAR et al. 2009). Die Überlebensrate der Ferkel ist in großen Würfen reduziert, was als indirekter Effekt der geringeren Geburtsgewichte infolge der intrauterinen Verdrängungswirkung betrachtet werden kann (KNOL et al. 2002). Darüber hinaus besteht eine negative genetische Korrelation zwischen Wurfgröße und individuellem Ferkelgewicht – das Geburtsgewicht der Ferkel sinkt mit zunehmender Wurfgröße (KAUFMANN et al. 2008, PFEIFFER et al. 2018). Ferkel mit einem Geburtsgewicht von weniger als 1 kg weisen eine sehr geringe Überlebenschance bis zum Absetzen auf (QUINIOU et al. 2002). Die mit zunehmender Wurfgröße assoziierte Heterogenität des Wurfes geht mit einem erhöhten Mortalitätsrisiko einher (MILLIGAN et al. 2002). Innerhalb des Wurfes kommt es in der Säugephase zur Verdrängung kleinerer Ferkel, was in einer „irreversiblen Spirale“ aus zunehmender Schwäche mündet, die zu Verhungern und Erdrückung führen kann (SHANKAR et al. 2009).

BAXTER et al. (2012a) ermittelten je zusätzlich geborenem Ferkel im Wurf eine Zunahme der gesamten Ferkelmortalität von 1,5 bis 2 %. Die AutorInnen weisen jedoch darauf hin, dass dieser Zusammenhang erheblich vom Management abhängig sein kann. Generell steigt in großen Würfen das Risiko, erdrückt zu werden (VIEUILLE et al. 2003, WEARY et al. 1998) und es besteht auf genetischer Ebene eine positive Korrelation ($r_g = 0,30-0,47$) zwischen Wurfgröße bzw. Anzahl lebend geborener Ferkel und dem Auftreten von Erdrückungen (GÄDE et al. 2008, HELLBRÜGGE 2007). Als ein möglicher Grund wird die zunehmende Wahrscheinlichkeit genannt, dass sich schwächere Ferkel nicht mit ihren Geschwistern gruppieren und beim Abliegen bzw. bei Positionswechseln der Sau erdrückt werden (MARCHANT et al. 2001, WEBER et al. 2005).

Die Zucht auf größere Würfe impliziert somit höhere Ferkelverluste, weshalb die genetische Selektion betreffend die Wurfgröße die Anzahl von 12 lebend geborenen Ferkeln nicht übersteigen sollte (AHAW 2007). Auch WEBER et al. (2006) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass ab einer Wurfgröße von mehr als 12 Ferkeln erhöhte Mortalitätsraten zu erwarten sind.

Der Einfluss des **Alters** der Sau (Wurfzahl) auf Ferkel- bzw. Erdrückungsverluste wurde vielfach belegt (EDWARDS et al. 1986, GÄDE et al. 2008, HALES et al. 2014, HALES et al. 2015b, HELLBRÜGGE 2007, JARVIS et al. 2005, KAMPHUES 2004, MARCHANT et al. 2000, SCHWARZ 2008). Analysen von HELLBRÜGGE (2007) zufolge wiesen Sauen im 2. Wurf die geringsten und Tiere ab dem 7. Wurf

die höchsten Ferkelverlusten auf. Ab dieser Wurfzahl verendeten 23 % der lebend geborenen Ferkel während der Säugephase, wobei vor allem eine Zunahme an Kümmerern und verhungerten Ferkeln zu verzeichnen war.

Dass das Alter der Sau auch unabhängig von der Wurfgröße mit der Überlebensfähigkeit der Ferkel assoziiert ist (HALES et al. 2015b), kann auch durch die **körperlichen Veränderungen** mit zunehmendem Alter erklärt werden: So nimmt die Körperlänge bis zum 8./9. Wurf der Sauen zu und auch Körperbreite und Widerristhöhe verändern sich bis zum 6. Wurf (MEYER 2015). Je größer und schwerer die Sauen mit zunehmendem Alter werden, umso schwerfälliger sind auch deren Bewegungsabläufe (D'EATH UND JARVIS 2002, HALES et al. 2015a, PRANGE 2004, WEARY et al. 1998). Auch züchterische Veränderungen im Körperbau (Selektion auf Größe) im Vergleich zum Wildschwein haben möglicherweise dazu geführt, dass den Sauen das arttypische Abliegeverhalten zunehmend schwerfällt (SCHMID 1990) bzw. sie weniger agil sind (WECHSLER UND HEGGLIN 1997). In ähnlicher Weise führen Lahmheiten bzw. überlange Klauen zu einer steigenden Anzahl von unkontrollierten und abnormalen Abliege- (BONDE et al. 2004) bzw. Ausrutschvorgängen (CALDERÓN DÍAZ et al. 2015). Mit zunehmender Wurfzahl ist eine Veränderung der Beinstellung bei den Sauen zu beobachten, wobei eine säbelförmige Ausprägung an den Hinterbeinen zu vermehrten Verlusten führt (HELLBRÜGGE 2007). Sauen, welche einen höheren Muskelanteil bezogen auf die Gesamtmasse aufweisen, sind in der Lage, Abliegevorgänge kontrollierter (und somit auch sicherer für die Ferkel) auszuführen (MARCHANT UND BROOM 1996). Bei zunehmender Körperlänge haben Sauen mehr Probleme beim Abliegen und weisen eine höhere Ferkelmortalität in den Würfen auf (MARCHANT et al. 2000). Ebenso treten in Würfen von Sauen mit überdurchschnittlich guter Körperkondition („fette“ Tiere) höhere Ferkelverluste auf als in jenen von Sauen mit mittlerer Kondition (KAMPHUES 2004).

Grundsätzlich muss bei jeder **gesundheitlichen Beeinträchtigung** der Sau (beispielsweise Beinschwäche oder klinische Erkrankung) auch mit einem gewissen negativen Effekt (erhöhtes Erdrückungsrisiko) auf die Ferkel gerechnet werden (SHANKAR et al. 2009, SPICER et al. 1986, WECHSLER UND HEGGLIN 1997). So weisen beispielsweise an MMA (Mastitis-Metritis-Agalaktie-Komplex, „Milchfieber“) erkrankte Sauen vermehrte Ferkelverluste (HELLBRÜGGE 2007) auf bzw. besteht eine erhöhte Gefahr für Erdrückungsverluste auf Grund von Apathie der Sau (FRIEDLI et al. 1994). HOY (2002) ermittelte in Untersuchungen an 1425 Sauen aus zwei Betrieben eine Häufigkeit der Puerperalerkrankungen von 21,6 % bzw. 28,5 %, wobei Jungsauen auf Grund des geringeren immunologischen Schutzes wesentlich häufiger von MMA betroffen waren als ältere Sauen. Bei Sauen mit Puerperalerkrankungen wurde in dieser Studie ein Anstieg der Ferkelverluste um rund 4 % (absolut) verzeichnet.

2.5.1.2 Muttereigenschaften

Das **mütterliche Verhalten** von Sauen ist individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt und beeinflusst in hohem Maße das Auftreten von Erdrückungsverlusten bzw. den gesamten Aufzuchterfolg (vgl. ANDERSEN et al. 2005, WECHSLER UND HEGGLIN 1997). Die Zucht auf größere Würfe stellt grundsätzlich hohe Anforderungen an die Fähigkeiten der Sauen, diese vielen Ferkel auch aufzuziehen (GRANDINSON 2003). Es besteht lediglich eine minimale negative genetische Korrelation zwischen Muttereigenschaften und Wurfgröße, weshalb die gezielte Selektion auf mütterliches Verhalten nicht zwingend auch geringere Wurfgrößen mit sich bringt (GÄDE et al. 2008). Gemäß ANDERSEN et al. (2005) traten 33 % der detektierten Erdrückungsfälle auf, obwohl die Sau mit den Ferkeln zunächst Kontakt aufgenommen hatte.

Zwischen Sauen, die Ferkel erdrücken („Crushers“) und jenen, die keine Erdrückungsverluste aufweisen („Non-Crushers“), lassen sich **Verhaltensunterschiede** feststellen. So konnte bei Sauen, die während der Säugephase keine Ferkel erdrückt hatten, ein ausgeprägteres Nestbauverhalten, eine schnellere Reaktion auf Ferkelschreie, mehr Kontaktaufnahme zu den Ferkeln bei Positionswechseln und die Vermeidung von Konfliktsituationen in der Gruppe festgestellt werden (ANDERSEN et al. 2005). In ähnlicher Weise ließen sich bei Sauen mit einer höheren Reaktivität in Verhaltenstests (z.B. Trennung von Ferkeln, Reaktion auf Ferkelschreie) geringere Ferkel- bzw. Erdrückungsverluste feststellen (HELLBRÜGGE 2007, WECHSLER UND HEGGLIN 1997). Eine stärkere Reaktion auf Ferkelschreie ist zudem auf genetischer Ebene mit einer geringeren Ferkelmortalität assoziiert (GRANDINSON 2003).

Verhaltensmerkmale, die mit Muttereigenschaften assoziiert sind, weisen mit $h^2 = 0,01-0,14$ eine geringe **Heritabilität** auf (GÄDE et al. 2008, GRANDINSON 2003, HELLBRÜGGE 2007). Auf Grund der unterschiedlichen Merkmalsdefinitionen, Erhebungs- und Analysemethoden gestaltet sich ein direkter Vergleich zwischen Studien allerdings entsprechend schwierig (GÄDE et al. 2008). Bei einer Aufnahme von Verhaltensmerkmalen in Zuchtprogramme müssen die Parameter einheitlich definiert und in Form von standardisierten, validierten Verhaltenstests (z.B. Reaktion auf Ferkelschreie oder Furchtreaktion auf die Annäherung des Menschen) erhoben werden, damit die Daten in größerem Umfang verfügbar und entsprechend nutzbar sind (vgl. GÄDE et al. 2008, GRANDINSON 2003). Die Furcht vor Menschen (erhoben durch einen Verhaltenstest, bei dem das Vermeiden der Betreuungsperson als Furchtreaktion gewertet wurde) ist beispielsweise auf genetischer Ebene mit erhöhter Ferkelmortalität assoziiert. Diese Furchtreaktion kann bereits in jungem Alter der Tiere erhoben und entsprechende züchterische Entscheidungen frühzeitig getroffen werden (GRANDINSON 2003).

Ferkelerdrücken (beurteilt auf der Basis von Produktionsdaten von 1538 bzw. 31000 Würfen) weist zwar grundsätzlich eine geringe Heritabilität von $h^2 = 0,03$ auf (GÄDE et al. 2008, HELLBRÜGGE 2007), ist jedoch relativ einfach, einheitlich und in großem Umfang zu erheben. Aus diesem Grund wird dieses Merkmal als durchaus vielversprechend für die Selektion auf Mütterlichkeit eingeschätzt (GÄDE et al. 2008).

WECHSLER UND HEGGLIN (1997) vermuten, dass die **Haltung** von Sauen in permanenter Fixierung über viele Jahrzehnte hinweg dazu geführt hat, dass jene Sauen züchterisch bevorteilt wurden, die in freien Systemen eher Probleme mit Erdrückungen gehabt hätten. Möglicherweise wurde die moderne Zuchtsau durch die genetische Selektion hin zu einer schlechteren Mutter verändert (LAY et al. 2002). Die sauenindividuelle Variation bezüglich des Auftretens von Ferkelerdrückungen könnte in Kastenständen teilweise verschleiert werden und in freien Systemen verstärkt zum Ausdruck kommen (JARVIS et al. 2005). In Systemen mit permanenter Fixierung der Sau war unter anderem auf Grund der eingeschränkten Bewegungsmöglichkeit und das dadurch reduzierte Erdrückungsrisiko eine züchterische Selektion auf Muttereigenschaften weder notwendig noch möglich. – Diesem Aspekt muss aber bei einer künftigen Entwicklung hin zu alternativen, freien Systemen besondere Aufmerksamkeit zuteilwerden (BAUMGARTNER 2012b, SCHWARZ 2008, VERHOVSEK 2007).

Nicht zu vernachlässigen im Hinblick auf züchterische Aspekte ist auch der **Rasseneffekt**: Erdrücken und Totbeißen traten in einer von GÄDE et al. (2008) durchgeführten Analyse von rund 31000 Würfen bei Hybridsauen häufiger auf als bei reinrassigen deutschen Landrasse- oder Edelschwein-Sauen. ROEHE UND KALM (2000) konnten für Ferkel aus Landrasse-Sauen eine um 2-fach höhere Wahrscheinlichkeit für die Ferkelsterblichkeit als für Ferkel einer Edelschwein-Mutter ermitteln. CUI et al. (2011) stellten bei Minischweinen in freien Abferkelbuchten mit Auslauf eine geringere Anzahl von eingeklemmten bzw. erdrückten

Ferkeln fest als bei Landrasse-Sauen in den selben Buchtentypen. Weiters wurden im Vergleich der beiden Rassen auch etwas andere Bewegungsmuster ermittelt (kritische Situationen im Zusammenhang mit Sitzpositionswechseln und Liegepositionswechseln von der Seiten- in die Brust-Bauchlage nur bei Landrasse-Sauen).

Die Muttereigenschaften von Sauen äußern sich auch in **physischen Parametern**: Es besteht ein genetischer Zusammenhang zwischen dem Verlust von Körpergewicht und Fettreserven (Rückenspeck) der Sauen und der Überlebens- bzw. Wachstumsrate von Ferkeln (GRANDINSON 2003) – dieser Umstand könnte möglicherweise auf die erbrachte (gute) Milchleistung der Sauen hinweisen. In Bezug auf den Rückenspeck zeigte sich bei Sauen mit einer Dicke (zum Zeitpunkt der Geburt) von <16 mm verglichen mit 16-23 mm ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Totgeburten (VANDERHAEGHE et al. 2010b).

Eine Wechselwirkung zwischen dem mütterlichen Verhalten der Sauen und einzelnen **Umweltfaktoren** (z.B. Nestbausubstrate oder Einstreumaterialien) ist auf Basis der vorhandenen Literatur sehr naheliegend – nähere Ausführungen dazu folgen in Kap. 2.5.3.5.

2.5.1.3 Aggressivität von Sauen gegenüber Ferkeln

Die Geburt ist ein für das Muttertier schmerzhafter und anstrengender Prozess, sie befindet sich dabei in einem Zustand erhöhter physischer Belastung. Es gibt Sauen, die in dieser Stresssituation möglicherweise überfordert sind und während sowie kurz nach der Geburt aggressives Verhalten (Puerperale Hyperaggressivität, Puerperalpsychose, engl. „savaging“) gegenüber den neugeborenen Ferkeln zeigen.

Dieses aggressive Verhalten tritt insbesondere bei Jungsauen auf (GÄDE et al. 2008, HARRIS et al. 2003, VANGEN et al. 2005). Die von den Jungsauen gezeigte Aggressivität mag im Zusammenhang mit einer Furcht der Sauen vor den Neugeborenen stehen (VIEUILLE et al. 2003).

Nach GÄDE et al. (2008) und VANGEN et al. (2005) tritt aggressives Verhalten gegenüber Ferkeln bei 5-10 % der Würfe bzw. Sauen auf. Die Todesursache Totbeißen wird mit 3,8% der Gesamtferkelverluste bzw. bis zu 25,0 % der Verluste unter den lebend geborenen Ferkeln angegeben (vgl. Tabelle 5). In einer Untersuchung von MARCHANT FORDE (2002) bissen 8,1 % der Sauen ein oder mehrere Ferkel zu Tode, wobei die Inzidenz in freien Abferkelsystemen (12,9 %) höher lag als jene in Kastenständen (3,2 %). Demgegenüber trat in anderen Studien das aggressive Verhalten gegenüber Ferkeln vermehrt (CRONIN et al. 1996, JARVIS et al. 2004) oder gleichermaßen (CRONIN et al. 2000) in Kastenstandhaltung verglichen mit freien Haltungssystemen auf.

Die Heritabilität des aggressiven Verhaltens gegenüber Ferkeln ist mit $h^2 = 0,00 (\pm 0,04)$ (VANGEN et al. 2005) bzw. $h^2 = 0,02 (\pm 0,02)$ (GÄDE et al. 2008) äußerst gering und es wurde eine negative genetische Korrelation ($r_g = -0,34$) zwischen aggressivem Verhalten und der Wurfgröße ermittelt – d.h. Sauen mit mehr lebend geborenen Ferkeln verhalten sich gegenüber ihren Ferkeln weniger aggressiv (GÄDE et al. 2008). Darüber hinaus wird der Einfluss der Umwelt (insbesondere der Jahreszeit) als entscheidender Faktor im Hinblick auf die Inzidenz des Verhaltens angesehen (GÄDE et al. 2008). So fördern beispielsweise laute Geräusche im Abferkelbereich aggressives Verhalten gegenüber den Ferkeln (HARRIS UND GONYOU 2003). Des Weiteren besteht eine Rasseabhängigkeit in Bezug auf dieses Verhaltensmuster: Kreuzungssauen zeigten gemäß GÄDE et al. (2008) einen etwas höheren Anteil (4,1 %) an aggressivem Verhalten als reinrassige Tiere (2,6-3,8 %). Bei Jungsauen konnte festgestellt werden, dass jene, die aggressiv gegenüber ihren Ferkeln waren, auch im folgenden Wurf mit

höherer Wahrscheinlichkeit wieder Aggressivität zeigten als Sauen, welche bislang kein derartiges Verhalten aufgewiesen hatten (HARRIS et al. 2003). Auch zeigten Jungsau, die sich dem Menschen gegenüber scheuer verhielten, das aggressive Verhalten eher (MARCHANT FORDE 2002).

2.5.2 Faktoren bezogen auf das Einzelferkel bzw. den Wurf

Analog zu den beschriebenen Faktoren auf der Sauenseite haben auch auf „Ferkelenebene“ das Verhalten und der physische Zustand der Jungtiere („Ferkelvitalität“) eine Bedeutung im Hinblick auf die Ferkelmortalität bzw. das Auftreten von Erdrückungsverlusten: Neugeborene Ferkel stehen zunächst vor der entscheidenden Herausforderung, zu Lebensbeginn mit sehr geringen Energiereserven (kein braunes Fettgewebe) ausgestattet zu sein und in der deutlich kälteren extrauterinen Umwelt ihre physiologische Körpertemperatur aufrechterhalten zu müssen (HERPIN et al. 2002). Entscheidend für das Überleben ist ein rasches Auffinden des Gesäuges bzw. einer funktionellen Zitze verbunden mit ausreichender Kolostrumaufnahme (BAXTER et al. 2008, HERPIN et al. 2002). Danach ist der Rückzug in einen temperierten Bereich (Ferkelnest) zum Ruhen bei gleichzeitiger Vermeidung von Wärmeverlust und Schutz vor dem Erdrückt-Werden essenziell (LAY et al. 2002).

SVENDSEN (1992) bezeichnet nicht-infektiöse Ursachen wie die Unterentwicklung und Anpassungsschwierigkeiten an die extrauterine Umgebung als Hauptproblem für Ferkelverluste im geburtsnahen Zeitraum. Eine **verlängerte Geburt** (beispielsweise in großen Würfen) bzw. zu lange Verweildauer im Geburtskanal führt beispielsweise infolge auftretender Hypoxie häufig zu Lebensschwäche, insbesondere bei letztgeborenen Ferkeln (LAY et al. 2002). Für Ferkel, die in der **Geburtsreihenfolge** nach dem 9. Ferkel zur Welt kommen, ist die Mortalitätswahrscheinlichkeit bis zum 3. bzw. 7. Lebenstag erhöht (PANZARDI et al. 2013).

Unbestritten ist der Einfluss des **Geburtsgewichts** von Ferkeln auf deren Überlebensfähigkeit. Ferkel mit höherem Geburtsgewicht weisen eine bessere Überlebenschance auf (BAXTER et al. 2008, BAXTER et al. 2009) und dieser Zusammenhang wurde auch auf genetischer Ebene nachgewiesen (GRANDINSON 2003, HELLBRÜGGE 2007). Es besteht eine negative Korrelation ($r_g = -0,13$) zwischen individuellem Geburtsgewicht und dem Erdrückungsrisiko (HELLBRÜGGE 2007). Es sind aber auch nachteilige genetische Zusammenhänge zwischen Geburtsgewicht und dem Auftreten von Totgeburten zu erwähnen, weshalb die ausschließliche Selektion auf hohe Geburtsgewichte keine grundlegende Strategie zur Steigerung der Überlebensrate von Ferkeln darstellen sollte (GRANDINSON 2003).

Das (mittlere) Geburtsgewicht korreliert negativ mit der Wurfgröße (HERMESCH 2000, PRANGE 2004, QUINIOU et al. 2002). Als optimal werden Geburtsgewichte von 1200-1400 g bezeichnet (PFEIFFER 2018). Die Anzahl von Ferkeln mit einem Geburtsgewicht unter 1 kg sollte im Hinblick auf die Mortalitätsrate minimiert werden, da diese gemäß HERMESCH (2000) zur Hälfte aller Ferkelverluste beitragen. In einer Studie von MARCHANT et al. (2000) überlebten nur 28 % der Ferkel mit einem Gewicht von unter 1,1 kg bis zum 7. Lebenstag. PRANGE (2004) gibt ein Gewicht von 800 g als „untere Grenze der Aufzuchtwürdigkeit“ an und bezeichnet aus Sicht der Biologie (frühzeitige Selektion der schwächsten Tiere im Sinne eines biologischen Regelmechanismus), der Wirtschaftlichkeit und des Tierschutzes das Merzen von untergewichtigen Tieren als gerechtfertigt bzw. angemessen.

Basierend auf den Körpermaßen von Ferkeln zum Zeitpunkt der Geburt lässt sich feststellen, dass nicht alleine das Geburtsgewicht, sondern auch die Körperlänge bzw. die

Körperproportion eine Rolle in Bezug auf die perinatale Überlebensfähigkeit spielen: So wiesen Totgeburten einen geringeren Body-Mass-Index (Körpermasse/Scheitel-Steiß-Länge²) sowie einen geringeren Ponderal-Index (Körpermasse/Scheitel-Steiß-Länge³) auf als ihre lebend geborenen Wurfgeschwister. Die Werte implizieren, dass die Totgeburten unverhältnismäßig lang und dünn und somit höchstwahrscheinlich einer intrauterinen Wachstumsverzögerung ausgesetzt waren (BAXTER et al. 2008).

Der **Ausgeglichenheit der Würfe** ist besondere Bedeutung beizumessen: Innerhalb des Wurfes sollte die Streuung um ein optimales Geburtsgewicht (1,2-1,4 kg) 100-150 g nicht übersteigen (PFEIFFER 2018). Kleine bzw. untergewichtige Ferkel weisen ein schlechteres Oberflächen-Volumen-Verhältnis auf und sind besonders gefährdet auszukühlen (HERPIN et al. 2002, PEDERSEN et al. 2011) bzw. haben am Gesäuge Nachteile im Konkurrenzkampf mit Wurfgeschwistern (LAY et al. 2002, PEDERSEN et al. 2011). Kleine, leichte Ferkel (<800 g) brauchen auch deutlich länger (viermal solange) von der Geburt bis zur initialen Kolostrumaufnahme als schwerere Wurfgeschwister (>2200 g; HOY et al. (1994)). Dabei haben sehr kleine, aber gut proportionierte Ferkel eine Überlebenschance, wenn sie eine ausreichende **Vitalität** aufweisen und sich dadurch eine Zitze erkämpfen und verteidigen können (BAXTER et al. 2008).

Es ist zu beobachten, dass insbesondere untergewichtige bzw. schwächere Ferkel vermehrt die Nähe des Muttertieres (Wärmequelle bzw. besserer Zugang zu den Zitzen) suchen und eher erdrückt werden (D'EATH UND JARVIS 2002, FRASER 1990, SHANKAR et al. 2009, VIEUILLE et al. 2003, WEARY et al. 1996a). SCHWARZ (2008) hingegen ermittelte für Ferkel mit sehr gutem und durchschnittlichem Body Condition Score (BCS) oder mit Mageninhalt eine höhere Erdrückungswahrscheinlichkeit als für Tiere mit schlechter Körperkondition oder ohne Mageninhalt. Den Beobachtungen der Autorin zufolge hielten sich insbesondere gut genährte Jungtiere am Gesäuge der Muttersau auf. Anzumerken ist allerdings auch, dass in dem genannten Versuch moribunde Ferkel euthanasiert wurden und somit die Erdrückungswahrscheinlichkeit für diese schwachen Tiere vermindert war. Generell muss berücksichtigt werden, dass Euthanasieren von Ferkeln die Ergebnisse hinsichtlich der Todesursachen in einem Betrieb verändert (HALES et al. 2013).

In der Literatur wird auch das **Geschlecht** der Ferkel als Einflussfaktor auf die Mortalität genannt: Zwar werden mehr männliche Ferkel geboren (ABECIA et al. 2017, BAXTER et al. 2008, BAXTER et al. 2012b) und diese sind bei der Geburt im Mittel auch 30-50 g schwerer als ihre weiblichen Wurfgeschwister (BAXTER et al. 2012b, PRANGE 2004, ROEHE UND KALM 2000), dennoch weisen weibliche Ferkel höhere Überlebensraten auf (CECCHINATO et al. 2008, KNOL et al. 2002, ROEHE UND KALM 2000). Männliche Ferkel werden eher erdrückt (BAXTER et al. 2012b, BECKER 1995) und sterben auf Grund von krankheitsbedingten Ursachen bzw. weisen eine schlechtere Thermoregulationsfähigkeit auf (BAXTER et al. 2012b). Eine mögliche Ursache könnte das geänderte Verhalten männlicher Ferkel infolge der Kastration darstellen: Kastrierte Ferkel saugen weniger und liegen mehr als nicht kastrierte Tiere (MCGLONE et al. 1993), weshalb sie möglicherweise empfänglicher für Erkrankungen sind (LAY et al. 2002). Nach dem 8. Lebenstag sind mehr Verluste männlicher Ferkel zu verzeichnen, was ebenfalls im Zusammenhang mit der Kastration zu sehen ist (PRANGE 2004). Als weitere mögliche Ursache führen LAY et al. (2002) die größere Empfindlichkeit männlicher Ferkel für weibliche Pheromone an, weshalb die männlichen Jungtiere verstärkt die Nähe zur Sau suchen und einem höheren Erdrückungsrisiko ausgesetzt sind.

Übereinstimmend wird in der Literatur darauf hingewiesen, dass die **Zucht** auf immer größere Würfe an gewisse Grenzen stößt, da eine negative Beziehung zwischen der Wurfgröße und der

Überlebensrate der Ferkel besteht (vgl. Kap. 2.5.1). Daher muss im Hinblick auf die Steigerung der Überlebensrate der Ferkel künftig anderen Faktoren wie der Vitalität und Wachstumsrate von Ferkeln, der Wurfausgeglichenheit bzw. den Muttereigenschaften größere Bedeutung in der genetischen Selektion bzw. Ausrichtung von Zuchtprogrammen beigemessen werden (GRANDINSON 2003, HELLBRÜGGE 2007). In Österreich wurde diesbezüglich in einer Zusammenarbeit zwischen Forschung, Praxis und Zuchtverbänden das Projekt „OptiZucht“ initiiert, das die Untersuchung von Mütterlichkeitsparametern und die Implementierung eines Ferkelvitalitätsindex in die Zuchtwertschätzung zum Ziel hat (PFEIFFER 2017).

2.5.3 Umwelt- und managementbezogene Faktoren

Einer Studie von WEBER (1987) in der Schweiz zufolge hatte das Haltungssystem per se (freie Systeme oder Abferkelbucht mit permanenter Fixierung) nur einen geringen Einfluss auf die Höhe der Ferkelverluste, außer die Systeme wiesen sehr grobe Mängel auf. Anderen Faktoren wie Stallklima, Hygiene, Alter, genetischer Herkunft, Konstitution sowie Fütterung der Sau sei entscheidendere Bedeutung beizumessen. Auch PEDERSEN et al. (2011) konnten in ihren Untersuchungen an unterschiedlichen Linien von Jungsauen keinen Einfluss der Haltungsvariante (freies Abferkelsystem oder Kastenstandsystem) auf die Ferkelmortalität bzw. Art der Ferkelverluste (außer auf die Verluste durch Erkrankungen) ermitteln. Der Fokus sollte auf einem geeigneten Mikroklima für die neugeborenen Ferkel liegen, um die Überlebensrate – unabhängig von der Haltungsvariante (freie oder fixierte Sau) – zu optimieren. Demgegenüber stehen Arbeiten, die durchaus Einflüsse des Haltungssystems bzw. bestimmter – insbesondere im Zusammenhang mit dem Auftreten von Erdrückungsverlusten stehender – Faktoren feststellen konnten (vgl. BLACKSHAW et al. 1994, HALES et al. 2014, KAMPHUES 2004, MARCHANT et al. 2000, VERHOVSEK 2007). Im Folgenden wird auf jene umwelt- und managementbezogenen Faktoren eingegangen, die in der Literatur als besonders relevant beschrieben werden und welche somit bei der Konstruktion von Abferkelbuchten sowie im Versuchsdesign Beachtung finden sollten.

2.5.3.1 *Stallklimatische Bedingungen und Ferkelnest*

Bezüglich der **Ansprüche** an die stallklimatischen Verhältnisse bestehen grundlegende Unterschiede zwischen Sauen und Ferkeln: Während sich Sauen in der Laktationsperiode in einer Phase erhöhter Stoffwechselaktivität befinden und kühlere Umgebungstemperaturen bei ca. 20 °C bzw. Möglichkeit zur Wärmeableitung bevorzugen, benötigen Ferkel vor allem in den ersten Lebenstagen möglichst warme Bedingungen in einem Bereich von ca. 38-35 °C (BECKERT et al. 2012). Die Schaffung eines geeigneten Mikroklimas (Ferkelnest) innerhalb der Abferkelbucht ist somit obligat.

In den ersten drei Lebenstagen haben Ferkel ein besonders hohes Bedürfnis mit Körperkontakt, in der **Nähe zur Sau** zu ruhen; sie werden vom Geruch, der Wärme und Beschaffenheit des Gesäuges besonders angezogen (CRONIN 2014, LAY et al. 1999). In dieser Zeit gestaltet es sich als schwierig und gar als „Kampf gegen die Biologie“, die Jungtiere weg von der Sau ins schützende Nest zu locken (VASDAL et al. 2010). Insbesondere schwache und leichte Ferkel halten sich, wie bereits erwähnt, im Nahbereich der Sau auf, um von der Wärme des Muttertieres bzw. dem Zugang zum Gesäuge zu profitieren und sind damit einem höheren Erdrückungsrisiko ausgesetzt (D'EATH UND JARVIS 2002, FRASER 1990, SHANKAR et al. 2009, VIEUILLE et al. 2003, WEARY et al. 1996a). Aber auch bei suboptimalen (zu niedrigen) Temperaturen im

Ferkelnest kann es zu erhöhten Erdrückungsverlusten kommen, da die Jungtiere die Sau als Wärmequelle aufsuchen (WARTER et al. 2009). Zur Verringerung von Erdrückungsverlusten ist es somit von erheblicher Bedeutung, den Zeitanteil des Liegens der Ferkel in Kontakt zur Muttersau zu verringern und jenen im geschützten und dafür vorgesehenen Nestbereich (außerhalb des Gefahrenbereichs der Sau) zu maximieren.

Mit zunehmender **Umgebungstemperatur** konnten sowohl ein Anstieg der Erdrückungswahrscheinlichkeit für die Ferkel (SCHWARZ 2008) als auch der Anzahl der Totgeburten (VANDERHAEGHE et al. 2010a) festgestellt werden, wohingegen eine Abnahme der Verluste auf Grund von Kümmern oder Erkrankung zu verzeichnen waren (SCHWARZ 2008). MARCHANT et al. (2001) sehen Unterschiede zwischen Studien mit freien Abferkelbuchten betreffend die im Zusammenhang mit Erdrückungen stehenden Verhaltensmuster vor allem in den unterschiedlichen vorherrschenden Umgebungstemperaturen (beeinflusst die Aufenthaltsdauer der Ferkel bei der Sau) begründet. Zu hohe Abteilmperaturen senken trotz optimaler Oberflächentemperaturen im Nestbereich die Akzeptanz des Ferkelnestes deutlich, weshalb jedenfalls Raumtemperaturen von unter 23 °C empfohlen werden (MEYER 2012).

Auch der **jahreszeitliche Einfluss** auf die Ferkelmortalität wurde in diversen Studien untersucht, allerdings mit eher inkonsistenten Ergebnissen: JEON et al. (2005), KOKETSU et al. (2006), MORRISON UND BAXTER (2013), VERHOVSEK (2007) und WEBER et al. (2006) verzeichneten im Sommer bzw. während der wärmeren Jahreszeit höhere Verluste. Dies wurde zum einen mit größerem Hitzestress für die Sauen (JEON et al. 2005) bzw. einem unvorsichtigeren Abliegeverhalten bei kreislaufbelastenden Temperaturen über 25 °C begründet (VERHOVSEK 2007) und zum anderen durch den vermehrten Aufenthalt der Ferkel im Gefahrenbereich der Sau erklärt (WEBER et al. 2006). ROEHE UND KALM (2000), VAN WETTERE (2017) sowie WOLFGER (2008) stellten während der Wintermonate bzw. kalten Jahreszeit erhöhte Verluste fest. Andererseits hatte in einer Studie von JARVIS et al. (2005) die Jahreszeit keinerlei Einfluss auf die Ferkelmortalität.

Der Einsatz einer **Kühlung** über den Boden bei Sommerbedingungen wirkte sich positiv auf das Tierwohl, -verhalten bzw. Ferkelverluste (DE OLIVEIRA JÚNIOR et al. 2011) sowie die Leistungsfähigkeit der Sauen (Futtermittelaufnahme, Milchleistung) und die Ferkelentwicklung aus (SILVA et al. 2006). Eine **Beheizung** des Bodens rund um die Geburt (bis 48 Stunden p.p.) hatte eine Reduktion der Ferkelverluste in den ersten drei Lebenstagen verglichen mit Würfen aus Buchten ohne Heizung zur Folge (MALMKVIST et al. 2006).

2.5.3.2 Buchtenfläche und -strukturierung

Standardmäßig liegen Buchtenflächen in der konventionellen Ferkelproduktion in Österreich im Bereich von 4,0-5,0 m² (1.ThVO, BGBL. II Nr. 485/2004, Anlage 5). Jene Fläche, die den Sauen im Kastenstand zur Verfügung steht, beträgt maximal ein Viertel davon (je nach Sauengröße ca. 190 cm x 65 cm = 1,2 m²).

Können sich Sauen in Abferkelbuchten frei bewegen, so ist eine Buchtenfläche von zumindest 4,9 m² (BAXTER et al. 2011) bzw. 5 m² vorzusehen, andernfalls sind hohe Verluste zu erwarten (AHAW 2007). Die optimale Flächenausstattung von freien Abferkelbuchten ist jedoch bis dato unbekannt und der konkrete Zusammenhang zwischen Buchtenfläche und Ferkelmortalität noch Gegenstand der Forschung (LAMBERTZ et al. 2015). Gemäß WEBER et al. (2006) hat die Buchtengröße (ab 5 m²) keinen grundlegenden Einfluss auf die Ferkelverluste: Das Mindestflächenangebot lag in dieser Schweizer Untersuchung bei 5 m² und in größeren

Buchten waren die Ferkelverluste tendenziell etwas geringer. Die praktischen Erfahrungen in der Schweiz haben gezeigt, dass die seit 1997 (mit 10-jähriger Übergangsfrist) vorgeschriebene Mindestbuchtenfläche für Systeme mit frei beweglicher Sau von 4,5 m² nicht ausreichend ist und daher Buchten mindestens 5,5 m² Grundfläche aufweisen sollten (WEBER et al. 2006).

Es ist davon auszugehen, dass in freien Abferkelbuchten eine Grundfläche von 6,5 m² jenen Grenzbereich darstellt, ab der Sauen natürliche Verhaltensmaßnahmen, die dem Erdrücken der Ferkel entgegenwirken, adäquat ausführen können (SCHMID 1991). Allerdings kommt nicht ausschließlich einer größeren Buchtenfläche, sondern vielmehr deren durchdachter Unterteilung in Funktionsbereiche bzw. der geeigneten Strukturierung (Buchten-Design) eine entscheidende Bedeutung im Hinblick auf die Verlustraten zu (BAXTER et al. 2015). Systeme mit einer Fläche von zumindest 7 m² können hinreichend strukturiert und in Funktionsbereiche gegliedert werden (SCHMID UND WEBER 1992). Buchten, die durch Öffnen eines Kastenstandes zu Bewegungsbuchten umfunktioniert werden, weisen üblicherweise eine Fläche von 5,5 m² bis 7,5 m² auf. In solchen Lösungen ist auf Grund des vergleichsweise kleineren Bewegungsbereichs der Sau und des vorhandenen Kastenstands eine Einrichtung von Funktionsbereichen bzw. die zweckmäßige Anordnung der Bodenelemente deutlich erschwert, aber ganz entscheidend für die Sauberkeit der Bucht und den erforderlichen Arbeitsaufwand (BAUMGARTNER 2012b).

2.5.3.3 Abweissvorrichtungen

Wenn sich Sauen in Abferkelbuchten frei bewegen können, müssen diese gemäß 1. ThVO (BGBl. II Nr. 485/2004, Anlage 5) „über eine Möglichkeit zum Schutz der Ferkel wie z.B. Schutzstangen verfügen“.

Eine besondere Häufung von Gefahrensituationen für Ferkel tritt im Buchtenzentrum/Liegebereich der Sau auf (BAUMGARTNER et al. 2009, MARCHANT et al. 2001, WARTER et al. 2009, WEARY et al. 1996b). Entscheidend für Ferkelverluste in freien Abferkelbuchten ist hierbei ein möglicher Kontrollverlust während des Abliegevorgangs, wenn die Unterstützung durch eine Buchteneinrichtung (z.B. Wand) fehlt oder nicht genutzt wird (MARCHANT et al. 2001). DAMM et al. (2005a) beschreiben in einem Übersichtsartikel zum Abliegeverhalten bzw. zu Positionswechseln eine Vielfalt von sau- und umweltabhängigen Einflussfaktoren auf den Komplex des Ferkelerdrückens. Sie kommen zu dem Schluss, dass Sauen durch entsprechend unterstützende Buchtenelemente animiert werden sollten, diese anstatt der freien und für die Ferkel potenziell gefährlicheren Liegefläche zum Abliegen zu nutzen. Der Nutzen von Abweissvorrichtungen wird in der Literatur kontrovers diskutiert und ist sehr stark abhängig von der Gesamtkonstruktion des jeweiligen Buchtentyps. Während SCHMID UND WEBER (1992) eher nachteilige Effekte auf die Bewegungsmöglichkeit und das Verhalten der Sauen in einer freien Abferkelbucht feststellten, halten FRIEDLI et al. (1994) basierend auf ihren Untersuchungen in Buchtentypen mit Kastenstand zum Öffnen das Anbringen von Ferkelabweisstangen für ratsam und empfehlen hierfür Buchtenmindestmaße von 2,30 x 2,65 m.

Im Hinblick auf die Ferkelverluste konnten DANHOLT et al. (2011) einen signifikanten Effekt des Vorhandenseins von Abweissvorrichtungen an der Wand bzw. schrägen Wänden ermitteln – diese scheinen die Geschwindigkeit des Rollverhaltens im Liegen deutlich zu mindern und somit das Erdrückungsrisiko zu senken. Zu ähnlichen Erkenntnissen hinsichtlich der signifikanten Senkung der Verlustrate in Buchten mit Abweisseinrichtungen an den Seitenwänden verglichen mit Systemen ohne diese kamen auch ANDERSEN et al. (2007).

WEBER et al. (2006) konnten hingegen insgesamt keinen signifikanten Einfluss des Vorhandenseins von Abweisbügel in freien Abferkelbuchten auf die Ferkelverlustrate feststellen. Die AutorInnen sind der Meinung, dass Abweisbügel nur dann Ferkelverluste verhindern, wenn die Buchtengestaltung insgesamt ungünstig ist. Des Weiteren kamen in den untersuchten Schweizer Labelbetrieben relativ große Abferkelbuchten (mit bis zu 12 m²) zur Anwendung, in denen die Sauen ein normales Abliegeverhalten mit geringer Erdrückungsgefahr für die Ferkel zeigen können. Werden zur Steuerung des (Ab-)Liegeverhaltens im Zentrum einer relativ kleinen freien Abferkelbucht (4,94 m²) Bügel angebracht, so kann es durch diese sogar zu einem erhöhten Auftreten kritischer Situationen für die Ferkel kommen (BAUMGARTNER et al. 2009).

HESSE (1991) berichtet, dass Sauen aufgeklappte Kastenstandseiten zum Anlehnen und zum langsamen Hinabgleiten in die Liegeposition nutzten – wohingegen sie sich in einer freien Bucht, an deren Seitenwänden lediglich ein Metallrohr als Abweiser fungierte, eher in der Buchtenmitte „senkrecht fallen“ ließen. In ähnlicher Weise ermittelten DAMM et al. (2006) eine eindeutige Präferenz der Sauen, sich im Bereich von glatten senkrechten bzw. schrägen Wänden abzulegen, verglichen mit Wänden, die mit Abweisrohren versehen waren. HERRMANN UND BECK (2005) erachten basierend auf ihren Untersuchungen Abliegehilfen in Form von senkrechten Wänden (mit mindestens 10 cm Abstand zur Buchtenwand angebracht) als geeignete und funktionssichere Schutzvorrichtung.

Abliegebretter müssen allerdings so ausgeführt sein, dass sich die Sauen und Ferkel nicht an den Brettanten, hervorstehenden Schrauben o.ä. verletzen können und dass Ferkel darunter genug Platz vorfinden, um der Muttersau ausweichen zu können bzw. zu ruhen und nicht im Schlaf erdrückt zu werden. Der Bereich unter dem Brett scheint für die Ferkel eine Art „Dachfunktion“ zu haben und erweist sich möglicherweise auch auf Grund besserer kleinklimatischer Verhältnisse als besonders attraktiv (WARTER et al. 2009).

2.5.3.4 Standkonstruktion

Dem Design bzw. der Konstruktion des Kastenstandes kommt besondere Bedeutung im Hinblick auf die Funktionalität sowie Tiergesundheit und Verletzungsträchtigkeit zu. Die Konstruktionsweise kann sich auf die Zugänglichkeit des Gesäuges und damit auf die Entwicklung der Ferkel (Tageszunahmen) sowie auf die Verlustraten auswirken. Entscheidend können hier beispielsweise die geeignete Höheneinstellung des Standes (Abstand des untersten Rohres zum Boden), dessen Ausführung (z.B. Biegung des untersten Begrenzungsrohres nach außen, das Vorhandensein und die Art von am Stand angebrachten Abweiszapfen) sowie die Anpassung des Standes an die Sauengröße sein (CURTIS et al. 1989, FRASER UND THOMPSON 1986, ROHDE PARFET et al. 1989, TABUACIRI 2013, WEBER 1987, WELP 2014). Das Vorhandensein einer sogenannten „Sauenbremse“ (nach innen gerichtete Bügel an den Kastenstandseiten, welche den Abliegevorgang verlangsamen sollen) hat keine Verbesserung hinsichtlich der Erdrückungsverluste zur Folge (BAUMGARTNER et al. 2009).

2.5.3.5 Nestbausubstrate und Einstreumaterialien

Gemäß geltender EU-Gesetzgebung über „Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen“ (RL 2008/120/EG) bzw. nationaler Umsetzung in Österreich (1.ThVO, BGBl. II Nr. 485/2004, Anlage 5) muss „in der Woche vor dem zu erwartenden Abferkeln (...) den Tieren in

ausreichenden Mengen geeignete Nesteinstreu zur Verfügung gestellt werden, sofern dies im Rahmen des Gülle-Systems des Betriebes nicht technisch unmöglich ist.“

Der vorherrschende Einsatz von perforierten Böden in der konventionellen Schweinehaltung hat jedoch dazu geführt, dass Nestbaumaterialien wie Stroh oder Heu als unvereinbar mit dem Gülle-System angesehen werden und solche Materialien nur in sehr geringem Umfang Einsatz finden. Sauen benötigen Bewegungsfreiheit und **Nestbausubstrate**, um das endogen gesteuerte vorgeburtliche Nestbauverhalten adäquat ausführen zu können. Das entstandene Nest soll den Jungtieren Schutz und Komfort bieten (WISCHNER et al. 2009a). Das Fehlen von adäquatem Nestbaumaterial und das Einsperren der Sauen in Kastenständen führen zu erhöhten Cortisol-Werten bzw. Stress und resultieren in vermindertem Tierwohlbefinden (AHAW 2007, JARVIS et al. 1997, LAWRENCE et al. 1994).

Stroh in der Verwendung als **Einstreumaterial** stellt eine isolierende, weiche Unterlage für die neugeborenen Ferkel dar, kann aber auch behindernd wirken, wenn die Ferkel vor Bewegungen der Sau flüchten müssen (VERMEER UND HOUWERS 2008). Die Verabreichung von Einstreumaterial am Boden kann über einen polsternden Effekt mitunter dem Erdrücken von Ferkeln entgegenwirken (DAMM et al. 2005a) und Einfluss auf die Häufigkeit der von Sauen ausgeführten Positionswechsel (besserer Komfort – weniger Wechsel) sowie auf Erdrückungsverluste durch Rollen oder beim Abliegen nehmen (HERSKIN et al. 1998). Dabei wird davon ausgegangen, dass u.a. durch den erhöhten Komfort die Reaktivität der Sau auf die Ferkel und ihre Bindung zu den Jungtieren verbessert wird (HERSKIN et al. 1998).

Es liegen einige Studien zum konkreten Einfluss von Nestbau- bzw. Einstreumaterialien auf das Geburtsgeschehen bzw. die Ferkelmortalität vor. Eine direkte Vergleichbarkeit gestaltet sich allerdings auf Grund des unterschiedlichen Versuchsdesigns (Haltungssystem, Art und Menge des Materials, Zeitpunkt der Verabreichung und Darreichungsform) als schwierig. Zusammenfassend lässt sich beschreiben, dass verglichen mit einstreuloser Haltung der Einsatz von Materialien wie Stroh oder Sägemehl mindernd in Bezug auf Ferkelverluste bzw. das Erdrückungsrisiko in Kastenstandbuchten (CRONIN et al. 1993) oder freien Abferkelbuchten (THODBERG et al. 1999) wirken kann, aber nicht muss (KAMPHUES 2004). Die Menge des eingesetzten Strohs scheint dabei von untergeordneter Bedeutung für den Geburtsverlauf (Zwischenferkelintervall) (DAMM et al. 2005b), die Anzahl der Positionswechsel der Sauen (VERMEER UND HOUWERS 2008) und die Ferkelmortalität (DAMM et al. 2005b, VERMEER UND HOUWERS 2008) zu sein. Ebenso hat die Länge des Strohs keinen wesentlichen Einfluss auf die Ferkel- bzw. Erdrückungsverluste (BURRI et al. 2009).

2.5.3.6 Management

Das Betriebsmanagement und der Umgang des Menschen mit den Tieren sind als besondere Einflussgrößen auf Ferkelverluste zu nennen.

Maßnahmen vor und während der Geburt: Bereits im Wartebereich können unterstützende Maßnahmen im Hinblick auf die Überlebensfähigkeit der Ferkel getroffen werden. In Herden mit freier Abferkelung scheint der Anteil der Totgeburten und die Saugferkelmortalität bei moderater Heugabe (als Raufutter) während der Trächtigkeit tendenziell geringer zu sein. Vermutet wird ein positiver Einfluss des Heus auf die Verdauung – weitere Forschung zu den Zusammenhängen steht jedoch noch aus (ANDERSEN et al. 2007). Die Anwesenheit von Betreuungspersonen während der Geburt und in den ersten zwei Tagen p.p. wird als entscheidender Faktor im Hinblick auf die Ferkelsterblichkeit gesehen, da dadurch

Geburtsprobleme frühzeitig erkannt und bei möglichen Erdrückungsvorgängen eingegriffen werden kann (ANDERSEN et al. 2009). Eine „Ferkelwache“ sollte so gestaltet sein, dass bei Geburtsverzögerungen eingegriffen, das Ersticken von neugeborenen Ferkeln in den Eihäuten verhindert, Ferkel trocken gerieben, die Nabelschnur gekürzt und mit Jod desinfiziert sowie die Kolostrumaufnahme durch Ansetzen sichergestellt wird (HOY 2016). Auch eine Untersuchung von HOLYOAKE et al. (1995) unterstreicht die Bedeutung der Geburts- und nachfolgenden Tierbeobachtung: Bei Sauen, die kurz vor dem Abferkeln bis drei Tage nach der Geburt regelmäßig überwacht wurden, konnten signifikant mehr Ferkel abgesetzt werden, da durch diese Maßnahme Totgeburten, der Anteil lebensschwacher und untergewichtiger Ferkel sowie Erdrückungen deutlich verringert wurden. Da Geburten vorwiegend (63 %) tagsüber einsetzen (KAMPHUES 2004) und lediglich 20 % der Sauen in der Zeit von 22 bis 6 Uhr abferkeln, sind zur Geburtenkontrolle Nachtschichten nicht zwingend nötig (HOY 2016). Laut WELP (2014) konnte durch eine von 17 bis 21 Uhr verlängerte Tagschicht am Hauptabferkeltag in fünf Abferkeldurchgängen die Totgeburtenrate um 40 % gesenkt bzw. 22 Ferkel vor dem Ersticken in der Eihaut oder dem Erdrücken gerettet werden.

Der Zeitpunkt einer hormonellen Geburtseinleitung wird als Einflussfaktor auf die Ferkelsterblichkeit gesehen. Es wird empfohlen, Prostaglandine nicht früher als zwei Tage vor dem errechneten Abferkeltermin und nur unter eingehender Geburtsüberwachung zu verabreichen (KIRKDEN et al. 2013b). Von MOTA-ROJAS et al. (2005) konnte gezeigt werden, dass die Gabe von Oxytocin zu Beginn der Geburt (nach Geburt des ersten Ferkels) zwar eine Verkürzung der Geburtsdauer und Geburtsintervalle bewirkte, dies jedoch nicht in einem Anstieg der lebend geborenen Ferkel resultierte. Im Gegenteil kam es zu vermehrten Beschädigungen an der Nabelschnur der Ferkel sowie Asphyxie und Totgeburten. Bei geburtshilflichen Maßnahmen (manuelle Geburtshilfe) muss besonders auf Sauberkeit und Hygiene geachtet werden. GERJETS et al. (2011) stellten einen positiven Zusammenhang zwischen der Anwendung von Geburtshilfe und dem Auftreten von Mastitis bei Sauen fest.

Maßnahmen während der Säugezeit: Als entscheidender Faktor für das Überleben der Ferkel wird die rasche Kolostrumaufnahme nach der Geburt genannt (TUCHSCHERER et al. 2000). In diesem Zusammenhang kann durch eine Unterstützung der Ferkel unmittelbar nach der Geburt die Sterblichkeit um 2-4 % gesenkt werden (ANDERSEN et al. 2007, HOY 2016). Darüber hinaus bewirkte in einer Studie von ANDERSEN et al. (2009) ein Abtrocknen und/oder das Legen der neugeborenen Ferkel in das Ferkelnest eine Verringerung der Sterblichkeit, insbesondere der Erdrückungsfälle, unter den lebend geborenen Ferkeln um rund 5 % im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Der sogenannte Wurfausgleich stellt eine weit verbreitete und wichtige Maßnahme zur Steigerung der Überlebensfähigkeit der Jungtiere insbesondere bei großen Würfen dar, wobei gemäß CECCHINATO et al. (2008) versetzte Ferkel eine um 40 % erhöhte Überlebenschance hatten, verglichen mit Ferkeln, die bei ihrer biologischen Mutter verblieben. Das Versetzen wurde in der genannten Untersuchung zum Wurfausgleich, d.h. zur Reduktion der Variabilität der Wurfgrößen angewandt. Gleichzeitig scheint das Versetzen selbst keine nachteiligen Effekte auf die Überlebensfähigkeit und Entwicklung zugesetzter (adoptierter) Ferkel zu haben (HEIM et al. 2012). ANDERSEN et al. (2007) konnten in Herden mit freien Abferkelbuchten keinen Effekt des Ferkel-Versetzens auf die Ferkelmortalität ermitteln. Auch Wegsperrern der Ferkel in das Ferkelnest während der Fütterungszeit der Sau führte in freien Abferkelbuchten nicht zu einer Reduktion der Ferkelmortalität (ANDERSEN et al. 2007, BERG et al. 2006). Bezüglich der genannten Studie von ANDERSEN et al. (2007) ist anzumerken, dass 30 der 39 untersuchten Betriebe diese Maßnahme angewandt hatten, was die Ergebnisse natürlich beeinflusst haben

kann. BERG et al. (2006) führen an, dass die Untersuchung dieses Verfahrens (Wegsperrern der Ferkel) auf mehreren Betrieben und mit unterschiedlichen Ferkelnesttypen wiederholt werden sollte, um zuverlässige Aussagen über die Wirksamkeit der Maßnahme treffen zu können.

2.6 Komplex des Ferkelerdrückens

Unter „Erdrückung“ ist jeder von der Sau ausgeführte Bewegungsvorgang zu verstehen, welcher den unmittelbaren oder zeitversetzten Tod eines Ferkels zur Folge hat. Der Tod tritt dabei durch Zerdrücken, Einklemmen oder Quetschen ein, wobei es zu direktem Kontakt mit dem Sauenkörper und der Haltungsumwelt (z.B. Aufstallungselemente) kommt.

WECHSLER UND HEGGLIN (1997) weisen darauf hin, dass in Bezug auf das Ferkelerdrücken den individuellen Unterschieden im Verhalten der Sauen entscheidende Bedeutung beizumessen ist. Erdrückungsereignisse treten gehäuft am Tag der Geburt (WEARY et al. 1996b) bzw. in den ersten 24-48 Lebensstunden auf (ANDERSEN et al. 2005, BAUMGARTNER et al. 2009). Das Erdrückungsrisiko nimmt mit zunehmendem Lebensalter der Ferkel bzw. jedem Lebenstag ab (KAMPHUES 2004, SCHWARZ 2008). Eine Fixierung der Sauen vor der Geburt trägt gemäß CONDOUS et al. (2016) und HALES PEDERSEN (2015) dazu bei, die Ferkelverluste im Vergleich zur freien Geburt deutlich zu mindern. Tageszeitlich betrachtet wurde von VIEUILLE et al. (2003) eine Mehrheit der Erdrückungsfälle abends und nachts (von 16 bis 4 Uhr) beobachtet, in der kaum menschliche Aktivität im Stall vorhanden war. Zu anderen Erkenntnissen kamen BAUMGARTNER et al. (2009), welche das Auftreten von 62 % der für Ferkel kritischen Situationen tagsüber feststellten. Dies deckt sich grundsätzlich auch mit Beobachtungen von KAMPHUES (2004), wonach in der Nacht um 50 % weniger Abliegevorgänge – die zu den Verhaltensmustern zählen, bei denen Ferkel einer Gefahr des Erdrückens ausgesetzt sind (vgl. nachfolgendes Kap. 2.6.1) – als tagsüber auftraten.

In Abhängigkeit davon, welche Art von Bewegung die Sau in welcher Frequenz und Weise/Qualität ausführt bzw. wie sie mit Ferkeln interagiert und auf sie reagiert, kommt es zu höheren, geringeren oder keinen Erdrückungsverlusten. Nicht alle Ereignisse, bei denen Ferkel durch die Sau eingeklemmt, getreten oder verletzt werden, enden tödlich (28,5-60,9 %). In 39,1-71,5 % der Fälle überleben die Ferkel das Trauma (BAUMGARTNER et al. 2009, DANHOLT et al. 2011). Die Dauer des Einklemmens unter der Sau scheint hier neben dem physischen Trauma eine Rolle zu spielen: 95,2 % der eingeklemmten Ferkel überlebten, wenn sie sich weniger als eine Minute unter der Sau befanden. Dagegen überlebten lediglich 33,3 % der Ferkel, wenn sie vier Minuten oder länger unter der Sau eingeklemmt waren (WEARY et al. 1996b).

Viele Aspekte des Komplexes Ferkelerdrücken sind auch im Kontext mit den bereits erläuterten Muttereigenschaften (vgl. Kap. 2.5.1.2) zu sehen. Im Folgenden wird konkret auf in der Literatur beschriebene und quantifizierte Verhaltensmuster von Sauen und Ferkeln eingegangen, die direkt im Zusammenhang mit/als Ursache von Erdrückungsereignissen zu sehen sind.

2.6.1 Verhaltensmuster der Sauen

Verhaltensweisen der Sau, die zum Erdrücken von Ferkeln bzw. zu kritischen Situationen für diese führen, werden in der Literatur wie folgt beschrieben (vgl. ANDERSEN et al. 2005, BAUMGARTNER et al. 2009, CUI et al. 2011, DANHOLT et al. 2011, MARCHANT et al. 2001, SCHIPPER 2014, SCHMID 1991, VIEUILLE et al. 2003, WEARY et al. 1996b, WEARY et al. 1998, WECHSLER UND HEGGLIN 1997, WISCHNER et al. 2009b):

- Abliegevorgang: aus dem Stehen oder Sitzen
- Positionswechsel im Liegen: Überrollen aus der Brust-Bauchlage oder Seitenlage in die Brust-Bauchlage oder Seitenlage auf die andere Körperseite, Wechsel aus der Seitenlage in die Brust-Bauchlage und vice versa auf derselben Körperseite
- Aufstehvorgang: Aufsetzen oder Aufstehen aus dem Liegen, Aufstehen aus dem Sitzen
- Hinsetzen aus dem Stehen
- Beinbewegungen im Stehen: Treten auf Ferkel
- Körperbewegungen im Liegen (ohne Positionswechsel): Bewegungen während der Wehentätigkeit bei der Geburt; Beinbewegungen im Liegen bzw. Ausholbewegungen vor dem Aufstehvorgang; leichte Rollbewegung, die zu unterschiedlichem Grad an Exponiertheit des Gesäuges führt
- Ausrutschen

Ein geringeres Aktivitätsniveau der Sauen (Ausführen weniger Positionswechsel während der Geburt und zu Beginn der Säugezeit) sowie ein hoher Anteil von ruhigem Liegen in Seitenlage (optimale Zugänglichkeit des Gesäuges) sind mit einem geringeren Erdrückungsrisiko assoziiert (vgl. JARVIS et al. 1999, LAY et al. 2002, PEDERSEN et al. 2003). Es zeigte sich, dass Erdrücker-Sauen einen höheren Anteil des Liegens in Bauchlage, bei welcher die Zitzen für die Ferkel schlecht zugänglich sind, aufwiesen (WISCHNER et al. 2009b).

In Kastenständen zeigen Sauen vermehrtes Stehen, Sitzen und Positionswechsel vor der Geburt und dies weist auf eine gewisse Unruhe und Unbequemlichkeit der Sauen hin (HARRIS UND GONYOU 1998). In Kastenstandhaltung sind verglichen mit freier Abferkelung häufigere Positionswechsel während der 24 Stunden vor der Geburt zu beobachten (CRONIN et al. 1994), was möglicherweise ein Ausdruck des von HARRIS UND GONYOU (1998) beschriebenen Unbehagens sein könnte. Auch im Zusammenhang mit der im Kastenstand mangelnden Möglichkeit zur adäquaten Ausübung des Nestbaverhaltens könnte derartige Unbehagen zum Ausdruck kommen. Es wurde nachgewiesen, dass sich eine derartige Einschränkung nachteilig auf das Wohlergehen der Sauen auswirkt (DAMM et al. 2003, JARVIS et al. 1997, JARVIS et al. 2001, LAWRENCE et al. 1994, MAYER UND ZÖCHBAUER 2016) und auch mit physiologischen Reaktionen der Sauen assoziiert war (stärkere sympathische Aktivierung bei a.p. gegenüber p.p. fixierten Sauen; MAYER UND ZÖCHBAUER (2016)).

In Buchten mit Bewegungsmöglichkeit kann ein gesteigertes Aktivitätsverhalten post partum dagegen als positiv im Hinblick auf das mütterliche Verhalten (Achtsamkeit und Reaktionsfähigkeit gegenüber den Ferkeln) gedeutet werden (VALROS et al. 2003). Gleichzeitig impliziert eine erhöhte Aktivität der Sauen auch ein vermehrtes Risiko für die Ferkel verletzt oder gar erdrückt zu werden (MELIŠOVÁ et al. 2014).

Von der Art des Abferkelsystems hängt ab, in welchem Zusammenhang gefährliche Situationen für Ferkel bzw. Erdrückungsvorfälle auftreten (vgl. Tabelle 6 und Tabelle 7). In freien Abferkelsystemen ist das Bild in Bezug auf Verhaltensweisen, die mit dem Erdrücken in Zusammenhang stehen, variabler (vgl. DAMM et al. 2005a) und es treten deutlich mehr kritische Situationen für Ferkel auf als in Kastenstandsystemen (BAUMGARTNER et al. 2009, MELIŠOVÁ et al. 2014). Diese Situationen sind definiert als das Darauflegen oder Treten durch die Sau. Das Treten auf Ferkel tritt hierbei gemäß BAUMGARTNER et al. (2009) ausschließlich in Systemen auf, in welchen Sauen freie Bewegungsmöglichkeit haben. In Bezug auf die in der genannten Studie untersuchten drei freien Abferkelsysteme wird daher davon ausgegangen, dass dem

Zusammenspiel von Buchtengeometrie und Bodenausführung (Rutschfestigkeit) besondere Aufmerksamkeit entgegenzubringen ist, damit die Sauen im Bereich der Bewegungs- bzw. Liegefläche entsprechende Verhaltensweisen zur Minderung von Ferkelverlusten ungehindert ausüben können (BAUMGARTNER et al. 2009).

In Kastenstandsystemen ergeben sich die meisten kritischen Vorfälle beim Abliegen der Sau aus dem Stehen oder Sitzen (Tabelle 6), wohingegen deutlich weniger Ferkel durch Rollbewegungen gefährdet oder getötet werden. Hier scheint der Kastenstand die Rollbewegung entsprechend zu verhindern bzw. vermindern (HALES et al. 2016, WEARY et al. 1996b). FRASER (1990) beschreibt zwei Arten des Erdrückens: Erdrücken mit der Hinterhand und mit dem Gesäuge bzw. dem Brustkorb, wobei der Kastenstand gemäß dem Autor entwickelt wurde, um die erstgenannte Erdrückungsform zu verhindern.

Trotz der hohen Anteile von Erdrückungsverlusten, die während des Abliegens auftreten (vgl. Tabelle 6), konnten WISCHNER et al. (2009b) in Kastenstandsystemen keine grundlegenden Unterschiede im Abliegeverhalten zwischen Erdrücker- und Nicht-Erdrücker-Sauen feststellen. Die genannten AutorInnen sind der Meinung, dass möglicherweise Merkmale in den Prozess des Erdrückens involviert waren, die in ihren Untersuchungen nicht erfasst wurden. Als Beispiele werden hierfür die bessere Reaktivität und Vokalisation von Nicht-Erdrücker-Sauen genannt. In ähnlicher Weise waren bei Nicht-Erdrücker und Erdrücker-Sauen in freien Abferkelsystemen kaum Unterschiede im Hinblick auf Positionswechsel festzustellen (lediglich tendenzielle Unterschiede in der Frequenz der Rollbewegungen während der ersten zwei Stunden nach der Geburt und in der Geschwindigkeit des Abliegeverhaltens am Tag nach der Geburt). Die ermittelte Nestbauaktivität, die Reaktivität der Sauen auf Ferkelschreie oder beispielsweise der Nasen-Kontakt während Positionswechseln waren hierbei charakteristischere Merkmale zur Differenzierung der beiden Sauen-Typen (ANDERSEN et al. 2005).

Abgesehen von der potenziellen Gefährlichkeit des Abliegens und von Positionswechseln zeigen Sauen während der Geburt auch durch die Wehen induzierte leichte Körperbewegungen im Liegen (ohne dabei einen Liegepositionswechsel auszuführen), die zu Erdrückungen oder einem Quetschen gegen die Buchtenwand führen können (SCHIPPER 2014).

Tabelle 6: Anteile der im Zusammenhang mit Erdrückungssituationen bzw. für die Ferkel kritischen Situationen beobachteten Verhaltensweisen in Kastenstandsystemen (Anteile basierend auf in den jeweiligen Studien angegebenen Daten; Pos.wechsel = Positionswechsel)

Quelle alphabetisch	Anzahl/Art der Fälle	Anteile der jeweiligen Verhaltensweisen an den beobachteten Fällen
BAUMGARTNER et al. (2009)	n = 69 kritische Situationen	29 % Abliegen aus dem Stehen in die Brustlage 23 % Abliegen aus dem Stehen in die Seitenlage 10 % Pos.wechsel im Liegen (Seiten- in Seitenlage) 6 % Pos.wechsel im Liegen (Brust- in Brustlage) 4 % Pos.wechsel im Liegen (Brust- in Seitenlage) 1 % Pos.wechsel im Liegen (Seiten- in Brustlage) (Summe Liegepos.wechsel: 22 %) 4 % im Sitzen 19 % Pos.wechsel im Sitzen (Sitzen in Brustlage) 3 % Pos.wechsel im Sitzen (Sitzen in Seitenlage)
	n = 4 Erdrückungen	25 % Abliegen aus dem Stehen 25 % Abliegen aus dem Sitzen 50 % Aufsetzen aus dem Liegen
WEARY et al. (1996b)	n = 30 kritische Situationen	17 % Abliegen aus dem Stehen 10 % Abliegen aus dem Sitzen 40 % Aufsetzen aus dem Liegen 20 % teilweiser Pos.wechsel im Liegen (in der Seiten- oder Bauchlage) 13 % andere
WISCHNER et al. (2009b)	n = 27 Erdrückungen	63 % Abliegen aus dem Stehen 22 % Rollen im Liegen (auf die andere Körperseite) 15 % Aufstehvorgänge

Tabelle 7: Anteile der im Zusammenhang mit Erdrückungssituationen bzw. für die Ferkel kritischen Situationen beobachteten Verhaltensweisen in freien Abferkelbuchten (Anteile basierend auf in den jeweiligen Studien angegebenen Daten; Pos.wechsel = Positionswechsel)

Quelle alphabetisch	Anzahl/Art der Fälle	Anteile der jeweiligen Verhaltensweisen an den beobachteten Fällen
ANDERSEN et al. (2005)	n = 35 Erdrückungen	14 % rasches Abliegen aus dem Stehen („flopping straight down“) 71 % Pos.wechsel im Liegen (Bauch- in Seitenlage) 9 % Aufsetzen od. Aufstehen aus Liegen oder Abliegen aus Sitzen 6 % nicht erkennbar
BAUMGARTNER et al. (2009)	n = 155 kritische Situationen	5 % im Stehen 15 % Abliegen aus dem Stehen in die Seitenlage 11 % Abliegen aus dem Stehen in die Brustlage 21 % Pos.wechsel im Liegen (Brust- in Seitenlage) 15 % Pos.wechsel im Liegen (Seiten- in Brustlage) 14 % Pos.wechsel im Liegen (Brust- in Brustlage) 9 % Pos.wechsel im Liegen (Seiten- in Seitenlage) (Summe Liegepositionswechsel: 60 %) 4 % im Sitzen 3 % Pos.wechsel im Sitzen (Sitzen in Brustlage) 2 % Pos.wechsel im Sitzen (Sitzen in Seitenlage)
CUI et al. (2011)	n = 64 kritische Situationen aus denen die Ferkel nicht selbst entkamen	25 % Abliegen aus dem Stehen in die Brustlage 20 % Abliegen aus dem Stehen in die Seitenlage 30 % Pos.wechsel im Liegen (Brust- in Seitenlage) 13 % Pos.wechsel im Liegen (Seiten- in Brustlage) 9 % Abliegen aus dem Sitzen 3 % Aufsetzen aus dem Liegen
DANHOLT et al. (2011)	n = 75 Erdrückungen n = 263 kritische Situationen	37 % Abliegen aus dem Stehen oder Sitzen 63 % Pos.wechsel im Liegen (87 % Bauch- in Seitenlage; 13 % Seiten- in Bauchlage = Beenden des Saugaktes) 36 % Abliegen aus dem Stehen oder Sitzen 64 % Pos.wechsel im Liegen (77 % Bauch- in Seitenlage; 23 % Seiten- in Bauchlage = Beenden des Saugaktes)
HÖINGHAUS (2012)	n = 25 Erdrückungen	12 % Abliegen aus dem Stehen 80 % Pos.wechsel im Liegen 8 % Treten
MARCHANT et al. (2001)	n = 48 Erdrückungen	46 % Abliegen aus dem Stehen 8 % Abliegen aus dem Sitzen 8 % Pos.wechsel im Liegen (Bauch- in Seitenlage selbe Seite) 10 % Pos.wechsel im Liegen (Seiten- in Bauchlage andere Seite) 6 % Pos.wechsel im Liegen (Bauch- in Bauchlage andere Seite) 4 % Pos.wechsel im Liegen (Bauch- in Seitenlage andere Seite) 2 % Pos.wechsel im Liegen (Seiten- in Seitenlage andere Seite) 2 % Aufstehen aus dem Sitzen 13 % Treten

Fortsetzung **Tabelle 7:** Anteile der im Zusammenhang mit Erdrückungssituationen bzw. für die Ferkel kritischen Situationen beobachteten Verhaltensweisen in freien Abferkelbuchten (Anteile basierend auf in den jeweiligen Studien angegebenen Daten; Pos.wechsel = Positionswechsel)

SCHIPPER (2014)	n = 30 Erdrückungen	33 % Abliegen aus dem Stehen 53 % Pos.wechsel im Liegen (Rollen) 10 % „Umliegen“ (Vorderextremitäten belastet, Thorax wird bewegt) 3 % Körperbewegungen im Liegen während der Geburt
	n = 11 Erdrückungen	9 % Körperbewegung im Stehen 27 % Abliegen aus dem Stehen 27 % Abliegen aus dem Sitzen 18 % Pos.wechsel im Liegen 9 % Hinsetzen aus dem Stehen 9 % Aufsetzen aus dem Liegen
VIEUILLE et al. (2003)	n = 414 kritische Situationen	16 % Körperbewegung im Stehen 7 % Abliegen aus dem Stehen 4 % Abliegen aus dem Sitzen 39 % Körperbewegungen im Liegen 6 % Pos.wechsel im Liegen 21 % im Liegen (ohne sichtbare Bewegungen) 2 % Aufstehen aus dem Liegen 1 % Hinsetzen aus dem Stehen 4 % Aufsetzen aus dem Liegen
	n = 20 Erdrückungen	25 % Abliegen aus dem Stehen 50 % Pos.wechsel im Liegen (Bauch- in Seitenlage) 15 % teilweiser Pos.wechsel im Liegen (in der Seiten- oder Bauchlage) 10 % andere
WEARY et al. (1996b)	n = 68 kritische Situationen	34 % Abliegen aus dem Stehen 9 % Aufsetzen aus dem Liegen 25 % Pos.wechsel im Liegen (Bauch- in Seitenlage) 4 % Pos.wechsel im Liegen (Seiten- in Bauchlage) 12 % teilweiser Pos.wechsel im Liegen (in der Seiten- oder Bauchlage) 16 % andere
WEARY et al. (1998)	n = 39 Erdrückungen	54 % Abliegen aus dem Stehen 3 % Abliegen aus dem Sitzen 5 % Aufsetzen aus dem Liegen 33 % Pos.wechsel im Liegen (Bauch- in Seitenlage) 5 % teilweiser Pos.wechsel im Liegen (in Seiten- oder Bauchlage)

2.6.1.1 Verhalten vor dem Abliegen: „Pre-lying behaviour“ der Sau und Gruppieren der Ferkel

Sauen verfügen über arttypische Verhaltensmuster, welche dem Erdrücken der Jungtiere entgegenwirken sollen, und damit über eine „natürliche Verhaltenssicherung“ (SCHMID 1990, 1991). Das Verhalten einer Sau vor dem Abliegen wird als „**Pre-lying behaviour**“ bezeichnet. In der Literatur werden Verhaltenselemente wie Schnüffeln am Boden, Scharren, Wühlen, Kontaktaufnahme zu den Ferkeln, sich Umsehen und Vokalisation zum Pre-lying behaviour gezählt (vgl. MARCHANT et al. 2001, POKORNÁ et al. 2008, WISCHNER et al. 2010). Das Pre-lying behaviour und die damit assoziierte koordinierte Interaktion zwischen Sau und Ferkeln spielen eine erhebliche Rolle in der Reduktion des Erdrückungsrisikos (MARCHANT et al. 2001). Der Verhaltenskomplex soll dem Aufwecken und „Aufmerksam-Machen“ (Warnen) der Ferkel dienen (DAMM et al. 2005a, JOHNSON et al. 2007) und in einer **Gruppierung** der Ferkel resultieren, welche als Vorbeugung gegen das Erdrücken betrachtet wird (SCHMID 1991). Wenn die Ferkel nicht gruppiert, sondern um die Sau verteilt sind, fällt es dem Muttertier schwerer die Position der einzelnen Ferkel zu erkennen, wodurch das Erdrückungsrisiko steigt (MARCHANT et al. 2001). MARCHANT et al. (2001) ermittelten in freien Gruppen-Abferkelbuchten kritische Situationen für Ferkel in 34 % der Abliegevorgänge, bei denen die Ferkel nicht gruppiert und in der Nähe der Sau waren. Dagegen kam es nur in rund 1 % der Fälle zu einer gefährlichen Situation beim Abliegen der Sau, wenn die Ferkel gruppiert und in der Nähe der Sau befanden.

Die Gruppierung wird als „Primärfunktion von im Verhaltensprogramm koordinierten Verhaltenszielen“ der Sauen und/oder Ferkel bezeichnet und weisen die „Sekundärfunktion“ auf, dem Erdrücken entgegenzuwirken (SCHMID 1990). Darüber hinaus sind auch die Reaktion der Sau auf die Gruppe (beachtet die Gruppe oder nicht), die Reaktion der Sau auf ein eingeklemmtes Ferkel (Körperbewegungen der Sau, die das Ferkel befreien) und die Reaktion der Ferkel auf den Abliegevorgang der Sau (Seitensprung, Selbstbefreiung durch vehemente Körperbewegungen nach erfolgtem Einklemmen) als „Verhaltenssicherungen“, die dem Erdrücken vorbeugen, zu nennen (SCHMID 1990). Grundbedingung für die Durchführung dieser Verhaltensweisen ist das Vorhandensein einer entsprechenden Haltungsumwelt (BAUMGARTNER et al. 2009). Der Kastenstand schränkt die Bewegungsfreiheit der Sau und somit auch die Interaktionsmöglichkeit mit den Ferkeln bzw. die Möglichkeit zur Ausübung von dem Erdrücken vorbeugenden Verhaltensweisen enorm ein (BAUMGARTNER 2012b, BLACKSHAW UND HAGELSØ 1990). In der Literatur sind keine konkreten Daten bezüglich des für die Ausübung des Gruppierverhaltens (WEBER et al. 2009) bzw. des Pre-lying behaviours notwendigen Platzangebots verfügbar (DAMM et al. 2005a). WEBER et al. (2009) nennen eine Fläche von 5 m² als jenes Mindestmaß, das vorzusehen ist, damit Sau und Ferkel das Gruppierverhalten ungehindert ausführen können. Sie kommen zu dem Schluss, da in ihrer Studie alle freien Buchtentypen größer als 5 m² waren und das Flächenangebot keinen signifikanten Effekt auf die Ferkelmortalität hatte. Im Unterschied dazu traten in von ihnen genannten Vergleichsstudien von freien Abferkelbuchten mit weniger als 5 m² mit Kastenstandbuchten deutlich höhere Verluste auf. SCHMID (1991) erachtet 6.5 m² als jenes Mindestflächenmaß, ab der das Gruppierverhalten zur Vorbeugung gegen Erdrücken adäquat ausgeführt werden kann.

Befinden sich Ferkel innerhalb des gefährlichen Bereichs von 50 cm um die Sau (SCHMID 1991, WECHSLER UND HEGGLIN 1997), so ist das Verhalten vor dem Abliegen zur Gruppierung und Sicherung der Ferkel sinnvoll und nötig, damit die Ferkel diese potenziell gefährliche Zone rechtzeitig verlassen können (POKORNÁ et al. 2008). Befinden sich keine Ferkel im definierten Nahbereich, erscheint es vorteilhaft, dass sich die Sau sehr rasch ablegt (POKORNÁ et al. 2008).

Ob Sauen ihr Abliegeverhalten (Art und Geschwindigkeit) gemäß dem Ausmaß und dem erzielten Erfolg (Gruppierung der Ferkel) des ausgeführten Pre-lying behaviours modifizieren können, bleibt unklar. Es wäre denkbar, dass die Variation der Abliegegeschwindigkeit zwischen Sauen ein Ausdruck für ihre jeweiligen Fähigkeiten zur Abstimmung des Verhaltens mit dem des Wurfes ist (DAMM et al. 2005a). MARCHANT et al. (2001) ermittelten das maximale Auftreten von Pre-lying behaviour am Tag der Geburt der Ferkel. In der nachfolgenden Säugeperiode nahm das Verhalten – insbesondere Elemente wie das Wühlen im Stroh oder die Kontaktaufnahme mit den Ferkeln – signifikant ab.

Schnüffeln, nasaler Kontakt mit den Ferkeln und Sich-Umblicken werden als Verhaltenselemente des Pre-lying behaviours von Sauen, welche in einer Studie von WISCHNER et al. (2010) keine Ferkel erdrückten, häufiger bzw. länger ausgeführt als von Erdrücker-Sauen. Die AutorInnen interpretierten diese Verhaltensweisen als äußerst bedeutsam für das Überleben der Ferkel und als wichtige Faktoren, um mütterliches Verhalten bzw. die Reaktivität der Sauen in Bezug auf Erdrückungen zu charakterisieren. Auch JOHNSON et al. (2007) und VALROS et al. (2003) stellten fest, dass Sauen ohne Erdrückungen mehr Pre-lying behaviour (Scharren bzw. Wühlen) zeigten als Erdrücker-Sauen. In anderen Untersuchungen hingegen konnte kein Einfluss des Pre-lying behaviours auf das Erdrückungsrisiko festgestellt werden (MELIŠOVÁ et al. 2011, POKORNÁ et al. 2008, WEBER 2014).

2.6.1.2 Abliegeverhalten

Das Abliegen aus dem Stehen wird in verschiedenen Studien als kritischste Bewegung im Zusammenhang mit dem Ferkelerdrücken genannt (vgl. Tabelle 6 und Tabelle 7). Dieses kann auf unterschiedliche Weise ausgeführt werden: In der Literatur wird zum einen ein langsames Abliegen beschrieben, bei dem sich die Sau zunächst auf die Karpalgelenke „kniet“ und anschließend die Hinterhand langsam vertikal oder leicht geneigt in Richtung Boden absenkt (WECHSLER UND HEGGLIN 1997). Auf der anderen Seite stellt das rasche Fallenlassen der Hinterhand („flopping straight down“) für die Ferkel eine besonders gefährliche Art des Abliegevorgangs der Sauen dar (BLACKSHAW UND HAGELSØ 1990, WECHSLER UND HEGGLIN 1997). Insbesondere schwere bzw. schwerfällige Sauen nutzen auch die Buchteneinrichtung, -wände oder den Kastenstand als Stütze beim Abliegen (HESSE 1991, SCHLICHTING 1996). Nach einer Periode des Einsperrens im Kastenstand kann es möglicherweise sein, dass Sauen sich nach dem Öffnen des Standes erst an die neue Situation anpassen und wieder „lernen“ müssen, sich ohne Einschränkungen durch den Stand hinzulegen. In dieser Phase könnten schwächere Ferkel, die zuvor durch den Stand geschützt worden waren, besonders gefährdet sein, erdrückt zu werden (HALES et al. 2015b). MARCHANT et al. (2001) stellten das höchste Erdrückungsrisiko fest, wenn Sauen sich in der Buchtenmitte, ohne Buchtenelemente als Unterstützung zu nutzen, hinlegten. DAMM et al. (2005a) sind der Meinung, dass Sauen animiert werden sollten, sich beim Abliegen an bestimmten Oberflächen abzustützen und dass es weiterer Forschung bedarf, um die Attraktivität dieser Konstruktionen zu erörtern und entsprechend in Buchtenelemente einfließen zu lassen (vgl. Kap. 2.5.3.3).

Das Hinlegen erfordert eine gute Muskelkontrolle und es werden unterschiedliche Muskeln beansprucht, abhängig davon, ob die Sau die Buchteneinrichtung als Stütze nutzt oder nicht. Eine gesteigerte Muskelkraft und Muskelkontrolle könnten ein geringeres Erdrückungsrisiko im Zusammenhang mit Abliegevorgängen zur Folge haben (DAMM et al. 2005a). Daher muss im Hinblick auf die Ferkelmortalität der Bewegungsmöglichkeit im Abferkelstall jene in der Wartehaltung ergänzend vorausgegangen sein (SCHLICHTING 1996). Wenn sich Sauen langsam

und kontrolliert ablegen, haben die Ferkel Zeit, dem Muttertier auszuweichen oder sich nach dem Einklemmen durch Schreie bemerkbar zu machen. Dagegen werden sie bei raschem Fallenlassen der Hinterhand möglicherweise unmittelbar und schwer verletzt und verenden (DAMM et al. 2005a). Während MARCHANT et al. (2001) und WISCHNER et al. (2009b) keinen direkten Zusammenhang zwischen der Dauer von Abliegesequenzen und dem Auftreten von Erdrückungsverlusten feststellen konnten, beschreiben BURRI et al. (2009) ein erhöhtes Auftreten von für die Ferkel kritischen Situationen, wenn sich die Sauen rascher ablegten. Unterschiedliche Ergebnisse in der Literatur stehen vielfach in Verbindung mit der Anwendung unterschiedlicher (Mess-)Methoden wie beispielsweise der exakten Definition des zu beobachtenden Verhaltensmusters, dessen festgelegter Beginn und Ende sowie dem Kontext, in dem es gezeigt wird (vgl. DAMM et al. 2005a, ENDRESTØL 2014), oder auch dem Beobachtungstag (vgl. ANDERSEN et al. 2005).

Die Gesamt-Aktivität und auch die Frequenz der Abliegevorgänge stiegen gemäß VALROS et al. (2003) im Lauf der Säugeperiode an und waren sauenindividuell stabil (wiederholbar). Sauen, die Ferkel erdrückten, und jene ohne Erdrückungsverluste unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich der Frequenz der Abliegevorgänge. WISCHNER et al. (2009b) ermittelten hingegen, dass Nicht-Erdrücker-Sauen häufiger und länger standen und mehr Aufsteh- und Abliegevorgänge zeigten. Die AutorInnen begründen dies mit einer ausgeprägteren Reaktivität der Nicht-Erdrücker-Sauen auf ihre Ferkel. ENDRESTØL (2014) und PEDERSEN et al. (2006) sind auf Basis ihrer Untersuchungen der Meinung, dass weniger geringere Frequenzen des Abliegens bzw. von Positionswechseln der Sau von Relevanz sein könnten, sondern viel mehr Wert darauf gelegt werden sollte, die Vorgänge sicherer für die Ferkel zu machen (PEDERSEN et al. 2006) und in diesem Zusammenhang ist die Qualität, mit der die Bewegungen vom Muttertier ausgeführt werden, entscheidend (ENDRESTØL 2014).

2.6.1.3 Positionswechsel im Liegen oder Sitzen

Die **Positionswechsel im Liegen** stellen in freien Abferkelsystemen eine besonders große Gefahr für die Ferkel dar (vgl. Tabelle 7). Das Rollverhalten nahm gemäß HALES et al. (2016) von Tag 1 bis 3 p.p. zu und wurde vor allem tagsüber und vermehrt von permanent frei beweglichen Sauen verglichen mit zeitweise (bis zum 4. LT) fixierten Tieren gezeigt. Die Positionswechsel im Liegen bzw. das Rollen von frei beweglichen Sauen kann und sollte nicht gänzlich verhindert werden, da dies möglicherweise einen negativen Effekt auf das Tierwohl haben könnte. In der Literatur sind zum Teil große Unterschiede in der Frequenz von Liegepositionswechseln angegeben – hier scheinen Umweltfaktoren wie die Bodengestaltung eine wesentliche Einflussgröße darzustellen (DAMM et al. 2005a). So können beispielsweise bestimmte Bodeneigenschaften (Gefälle, DANHOLT et al. (2011); Material, WEARY et al. (1998)), aber auch die Ausführung der Buchtenwände (Abweisbügel und schräge Wände, DANHOLT et al. (2011)) das Rollverhalten im Liegen und das damit verbundene Erdrückungsrisiko wesentlich beeinflussen. Darüber hinaus übt die Geschwindigkeit der Liegepositionswechsel Einfluss auf das Ausmaß der Gefährdung für die Ferkel aus: Sauen in Kastenständen rollten langsamer von der Bauch- in die Seitenlage als jene in freien Abferkelbuchten. In den freien Buchten unterschied sich das Rollverhalten der Sauen, das Erdrückungen verursachte, von jenem, das keine Erdrückungen zur Folge hatte, durch die Geschwindigkeit – erdrückendes Rollen wurde tendenziell schneller ausgeführt (WEARY et al. 1996b). „Erdrücker-Sauen“ in Kastenständen führten Liegepositionswechsel mit einer Rollbewegung tendenziell häufiger und langsamer aus als Sauen, die keine Ferkel erdrückten (WISCHNER et al. 2009b). Bis dato liegen keine

Berichte über ein „Pre-rolling behaviour“ (analog zum Pre-lying behaviour) zur Reduktion des Erdrückungsrisikos bei Liegepositionswechseln vor. Würde das Rollverhalten auch bei Wildschweinen mit einem höheren Erdrückungsrisiko assoziiert sein, wäre das Vorhandensein eines „Pre-rolling behaviour“ aber durchaus denkbar (DAMM et al. 2005a).

Die Verhaltensweise **Sitzen** wird in Kastenstandsystemen häufiger bzw. länger gezeigt als in freien Abferkelsystemen (ANDERSEN et al. 2014, CRONIN et al. 1996, JARVIS et al. 1997, KAMPHUES 2004). Das Sitzen kann bei fixierten Tieren als Motivationskonflikt gedeutet werden (JARVIS et al. 1997), bei Sauen unter Anwendung der temporären Fixierung aber auch auf eine gesteigerte Wachsamkeit hinweisen (KING et al. 2018). Für die Ferkel gefährliche bzw. tödliche Positionswechsel, wie das Aufsetzen aus dem Liegen oder Hinlegen aus dem Sitzen, wurde vorwiegend (in 75 % aller beobachteten gefährlichen und tödlichen Fälle im Zusammenhang mit dem Sitzen) in Kastenstandsystemen ermittelt und führten nur in diesen, nicht jedoch in freien Abferkelbuchten, zu Erdrückungen (in drei von insgesamt vier aufgezeichneten Erdrückungsfällen in Kastenstandbuchten; WEARY et al. (1996b)). „Erdrücker-Sauen“ zeigten in Kastenstandsystemen während der Säugephase eine signifikant längere Dauer der Verhaltensweise Sitzen als Sauen, die keine Ferkel erdrückten (WISCHNER et al. 2009b). MCGLONE UND MORROW-TECH (1990) stellten insgesamt betrachtet eine hohe Variabilität und daher keine Unterschiede in der Dauer der Verhaltensweise Sitzen von Sauen in Kastenständen verglichen mit jener von Sauen in freien Abferkelbuchten fest. Erkennbar war jedoch ein deutlich positiver Zusammenhang ($r = 0,54$) zwischen der Anzahl erdrückter Ferkel und der Sitzdauer einer Sau. Eine positive Korrelation zwischen der Sitzfrequenz (Übergänge Sitzen-Stehen oder Sitzen-Liegen) und der Erdrückungsrate wurde von ENDRESTØL (2014) berichtet. MCGLONE et al. (1991) ermittelten eine moderate bis hohe Heritabilität hinsichtlich des Auftretens ($h^2 = 0,41 \pm 0,14$) und der Frequenz ($h^2 = 0,43 \pm 0,14$) für die Verhaltensweise Sitzen bei 312 Mastschweinen aus 62 Würfen und sind der Meinung, dass eventuell auch eine züchterische Bearbeitung dieses Merkmals bei Sauen möglich sei und dadurch eine Reduktion des Erdrückungsrisikos für die Ferkel erzielt werden könnte.

2.6.2 Verhalten und Aufenthaltsort der Ferkel

Als einer der kritischsten Aspekte in der Entstehung von Erdrückungsereignissen wird die Nähe zwischen Sau und Ferkeln genannt: Als gefährliche Zone für die Ferkel wird ein Bereich von 50 cm rund um die Sau beschrieben (SCHMID 1991, WECHSLER UND HEGGLIN 1997). Demnach haben Ferkel, welche sich bevorzugt im Aktivitätsbereich der Sau aufhalten, ein höheres Risiko von der Muttersau erdrückt zu werden als Ferkel, welche sich zum Ruhen vorrangig in das dafür vorgesehene Nest zurückziehen (vgl. ANDERSEN et al. 2007, MARCHANT et al. 2000). Kritische Situationen für Ferkel entstehen sowohl in freien Abferkelsystemen als auch in Kastenstandsystemen überwiegend, wenn die Ferkel aktiv sind oder saugen. Ruhende Ferkel sind vorwiegend in freien Abferkelsystemen gefährdet (BAUMGARTNER et al. 2009). BURRI et al. (2009) stellten fest, dass im Beobachtungszeitraum der ersten drei Tage post partum mehr kritische Situationen für die Ferkel im Zusammenhang mit dem Abliegen der Sau auftraten, wenn die Sau sich vor dem Ablegen länger umherbewegte. Es scheint so, als würden die Ferkel von diesen anhaltenden Bewegungen der Sau zu ihr hingezogen werden. Das Risiko für die Ferkel erdrückt zu werden hängt jedoch nicht ausschließlich von der Nähe zur Sau sondern in hohem Maße auch vom Grad der Gruppierung (vgl. Kap. 2.6.1.1) der Jungtiere ab (BURRI et al. 2009, MARCHANT et al. 2001, SCHMID 1991).

3 TIERE, MATERIAL UND METHODEN

Die Datenerhebung für die vorliegende Arbeit fand im Rahmen des Projekts „Pro-SAU: Evaluierung von neuen Abferkelbuchten mit Bewegungsmöglichkeit für die Sau“ statt. Details zur Projektorganisation, -struktur und Ablauf des Forschungsvorhabens sind dem Projektabschlussbericht (HEIDINGER et al. 2017) zu entnehmen.

3.1 Versuchsbetriebe

Bei den Forschungsbetrieben handelte es sich um das Schweinezentrum Gießhübl GmbH (NÖ), die Landwirtschaftliche Fachschule Hatzendorf (Stmk) und den Schweineversuchsstall Medau der Veterinärmedizinischen Universität Wien (NÖ). Die Datenerfassung im Hauptversuch erfolgte in Gießhübl von 08.05.2014 bis 29.06.2016, in Hatzendorf von 17.04.2014 bis 30.11.2016 und in Medau erstreckte sie sich von 06.06.2014 bis 02.06.2016.

3.1.1 Forschungsbetrieb Gießhübl (GH)

Sauenbestand, Aufstallung und Management:

Am Versuchsstandort Schweinezentrum Gießhübl GmbH befanden sich während der Versuchsdurchführung rund 600 F1-Zuchtsauen der österreichischen Kreuzungszuchtlinie „ÖHYB“ (Edelschwein x Landrasse; auslaufend) und Sauen der Firma „PIC Deutschland GmbH“, welche in fünf Gruppen zu je ca. 120 Sauen unterteilt waren. Die Bewirtschaftung erfolgte nach einem 4-Wochen-Rhythmus mit 21 Tagen Säugezeit. Der Abferkelbereich bestand aus einer großen Kammer mit zehn Buchtenreihen (105 Abferkelplätze) sowie einem kleinen Reserve-Abteil (sechs Abferkelbuchten). Für das Forschungsprojekt wurde an Stelle der ersten Reihe des Wartestalls zusätzlich ein eigenes Versuchsabteil geschaffen, in welchem die drei „LK-Buchtentypen“ (vgl. Kap. 3.2.1 bis 3.2.3) in jeweils 4-facher Ausführung eingebaut wurden (Abbildung 1). Der Buchtentyp SWAP (ebenfalls vier Stück; siehe Kap. 3.2.4) wurde aus Platzgründen im Hauptabferkelstall integriert. In Abbildung 2 ist der Einbauplan der 16 Versuchsabferkelbuchten in GH ersichtlich.

Insgesamt waren am Betrieb 123 Abferkelplätze vorhanden, welche nach dem Rein-Raus-Verfahren belegt wurden. Je Kalenderjahr fanden im Schweinezentrum 13 Abferkeldurchgänge statt, die Auslastung des Abferkelstalles betrug 100 % – somit war bei jedem Abferkeldurchgang die vollständige Belegung der Versuchsbuchten gewährleistet.



Abbildung 1: Versuchsabteil im Schweinezentrum Gießhübl mit jeweils vier Buchten der Typen Knick, Flügel und Trapez

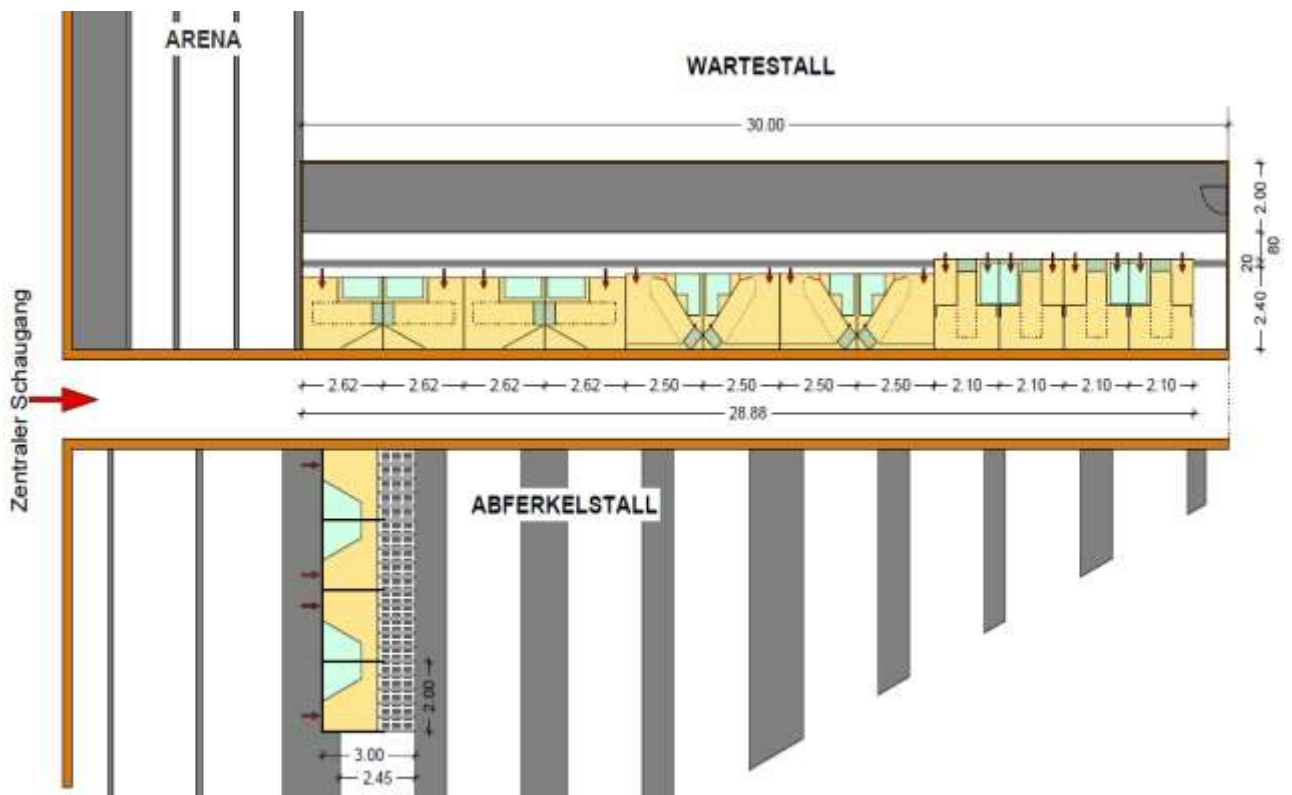


Abbildung 2: Einbauplan der Versuchsbuchten im Schweinezentrum Gießhübl

Die Lüftung im neu errichteten Abteil erfolgte über Ständerlüftungen (Unterflurzuluft) und einen Abluftventilator. Im Hauptabferkelstall erfolgte die Lüftung über eine Porendecken- und eine Nasenlüftung sowie mehrere Abluftkamine. Das Betreuungspersonal war während der Abferkelzeit tagsüber durchgehend im Stall anwesend. Nachts wurden nur selten Kontrollgänge durchgeführt.

Nach 3-wöchiger Säugezeit wurden die Sauen donnerstagvormittags (ab Durchgang 11 bereits mittwochs) abgesetzt. Nach dem Absetzen der einen Abferkelgruppe wurde sofort die neue Gruppe eingestallt. Das Waschen der Buchten mitsamt den Sauen wurde donnerstags bis freitags vorgenommen.

Beschäftigungs- und Nestbaumaterial:

Im Abferkelbereich wurden den Sauen und Ferkeln Sisalseile (versehen mit 2-3 Knoten, um das Auflösen des Materials zu verlangsamen) als Beschäftigungsmaterial angeboten. Die Seile waren im vorderen Bereich des Abferkelstandes, an der dem Ferkelnest zugewandten Standseite, montiert und wurden erneuert, sobald ihre Länge die durch die Ferkel erreichbare Höhe unterschritten hatte. Ab einem Tag vor dem errechneten Geburtstermin wurde den Sauen auf der Festfläche vor dem Trog und in der SWAP-Bucht auch in einer Raufe seitlich über dem Trog Stroh als Nestbaumaterial angeboten (siehe Management-Handbuch Anhang 10.1).

Fütterung im Abferkelstall:

Im gesamten Abferkelbereich wurden die Sauen mittels Flüssigfütterung versorgt. Vom Zeitpunkt des Einstallens bis zum Einsetzen der Geburten wurden die Sauen einmal täglich vormittags (zwischen 6 und 8 Uhr) gefüttert. An den Tagen, an welchen die meisten Geburten stattfanden (Donnerstag bis Samstag), wurde zeitlich flexibel so gefüttert, dass möglichst wenige Sauen während der Geburtsphase gestört wurden.

Ab dem durchschnittlich 5.-6. Lebenstag der Ferkel erhielten die Sauen zweimal täglich Futter zugeteilt: morgens um ca. 8 Uhr und abends um ca. 18 Uhr. Die Ferkel wurden im Abferkelstall nicht zusätzlich gefüttert. Nach dem Absetzen wurden die Sauen im Deckzentrum bzw. Wartestall in „Konditionsgruppen“ zu je vier Tieren eingeteilt und in gruppenindividuell angepassten Mengen gefüttert.

Tiergesundheitsbetreuung und Tierbehandlungen:

Der Betrieb war über den gesamten Versuchszeitraum Mitglied beim Tiergesundheitsdienst Niederösterreich. Der Bestand war im Versuchszeitraum PRRS- und räudfrei.

Die Ferkelbehandlungen wurden wie folgt durchgeführt:

- 1. LT: Verabreichung von Naxcel®, Schwanz kupieren, Zähne schleifen
- 3. LT: Eisengabe, Kokzidienprophylaxe, 1. Mycoplasmen-Impfung
- 5.-7. LT: Kastration, Circovirus-Impfung
- 21. LT/Absetzen: 2. Mycoplasmen-Impfung, Einziehen der Ohrmarken

Die Altsauen erhielten folgende Impfungen:

- 14 Tage vor dem Abferkeltermin: Coli/Clostridien – bestandsspezifischer Impfstoff
- Letzte Säugewoche: Parvo/Rotlauf und Influenza

Die Jungsaugen wurden wie folgt behandelt:

- sechs und zwei Wochen vor dem Belegen: Parvo/Rotlauf, Coli/Clostridien (bestandsspezifischer Impfstoff) und Influenza

3.1.2 Forschungsbetrieb Hatzendorf (HD)

Sauenbestand, Aufstallung und Management:

Der Lehrbetrieb der Landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf hielt im Versuchszeitraum rund 55 Zuchtsauen der Rasse Deutsches Edelschwein. Der Bestand wurde in einem 3-Wochen-Rhythmus mit 4-wöchiger Säugezeit geführt und war in sieben Gruppen unterteilt. Für die Abferkelung standen zwei Stallabteile zur Verfügung, wobei ein Abteil für die Versuche von „Pro-SAU“ genutzt wurde (Abbildung 3) und im anderen weiterhin eine Haltung in neun Buchten mit konventionellen, dauerhaft geschlossenen Abferkelständen erfolgte. In Abbildung 4 ist der Einbauplan der drei „LK-Buchtentypen“ (vgl. Kap. 3.2.1 bis 3.2.3) in HD dargestellt. Die Lüftung im Abferkelstall erfolgte über eine Porendecke mit zentralem Abluftkamin.

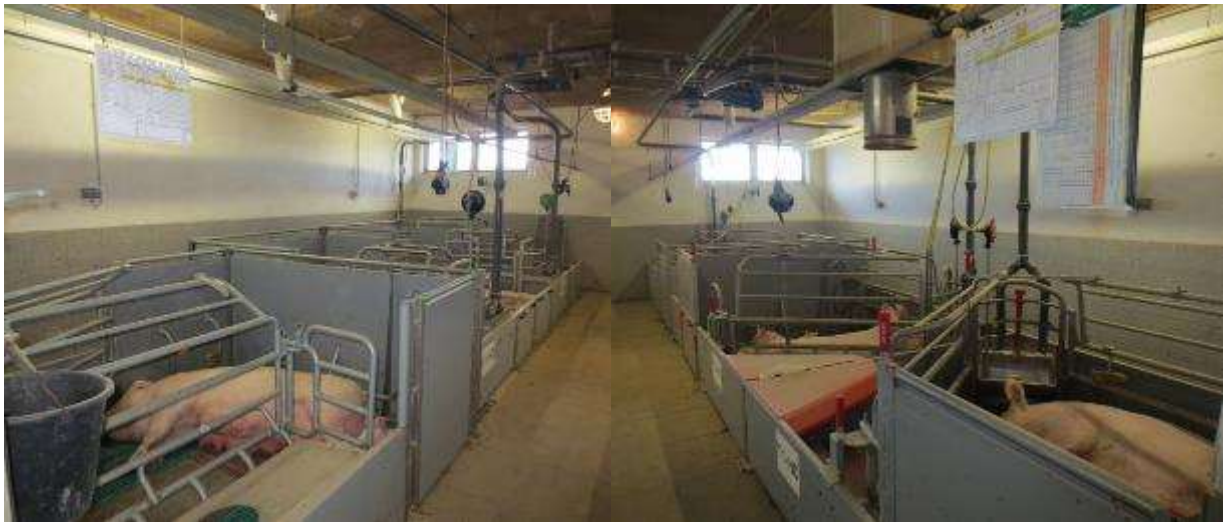


Abbildung 3: Versuchsabteil in der Landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf

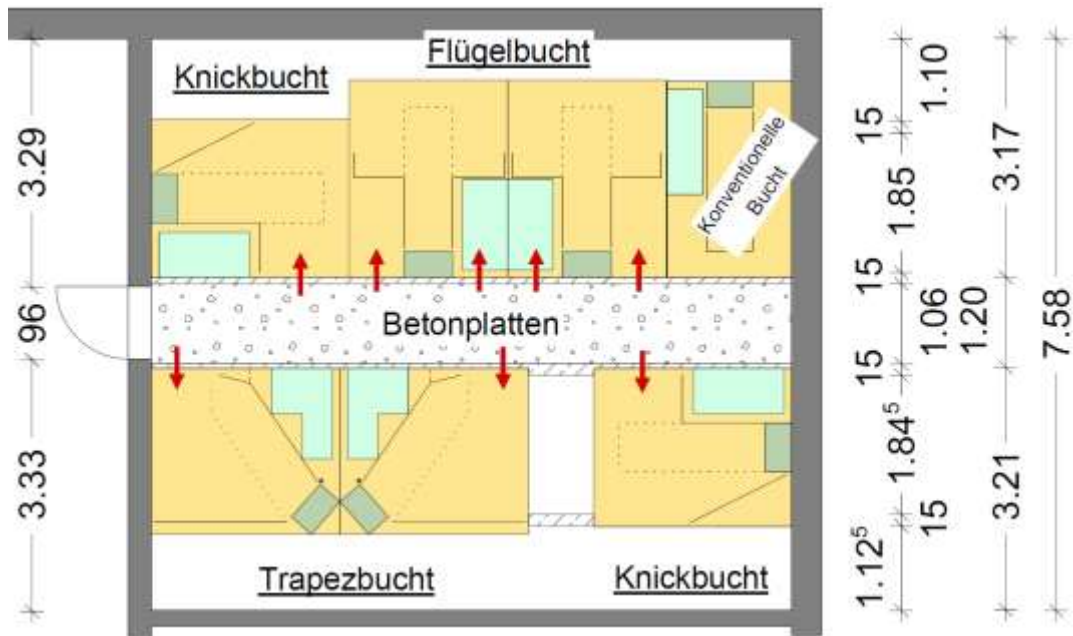


Abbildung 4: Einbauplan der Versuchsbuchten in der Landwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf

Pro Kalenderjahr fanden 17 Abferkeldurchgänge statt, wobei auf das Versuchsabteil acht bzw. neun Abferkelungen entfielen. Jede Sauengruppe wurde entsprechend dem Produktionszyklus alternierend in das Versuchsabteil bzw. das konventionelle Abteil gemäß dem Rein-Raus-Verfahren eingestallt.

Das Betreuungspersonal war während der Abferkelzeit täglich von 6-18 Uhr im Stall anwesend. Gegen 22 Uhr wurde ein letzter Kontrollgang durchgeführt und der Stall erst wieder am nächsten Morgen betreten, wenn sich keine Geburt ankündigte oder bereits im Gange war.

Die Sauen wurden nach 4-wöchiger Säugezeit donnerstagsmorgens abgesetzt und in das Deckzentrum umgestallt. Die Ferkel verblieben noch einige Tage in der gewohnten Abferkelbucht, bevor sie in das Aufzuchtabteil umgestallt wurden.

Beschäftigungs- und Nestbaumaterial:

Die Verabreichung von Nestbau- und Beschäftigungsmaterial erfolgte analog zum Betrieb GH.

Fütterung im Abferkelstall:

Im Abferkelstall war eine Flüssigfütterung eingebaut. Die Fütterung der Sauen erfolgte zweimal täglich um 6:30 Uhr und um 16:30 Uhr. Die Menge wurde gemäß Fütterungskurve von 14 MJ ME/Tag (errechneter Geburtstermin) im Verlauf der Säugezeit kontinuierlich auf 80 MJ ME/Tag gesteigert. Die Ferkel wurden im Abferkelstall ab dem 10.-14. Lebenstag zweimal täglich mit einer Handvoll Ferkelprästarter in Schalen versorgt. Ab etwa fünf Tage vor dem Absetzen wurde der Prästarter mit Absetzfutter verschnitten.

Tiergesundheitsbetreuung und Tierbehandlungen:

Der Betrieb war über den gesamten Versuchszeitraum Mitglied beim Tiergesundheitsdienst Steiermark. Bei den Sauen wurde jeweils drei Wochen vor dem Geburtstermin eine Räudebehandlung (Virbamec®, Injektionslösung 80 %; 1 mL/33kg Körpergewicht) durchgeführt.

Die männlichen Ferkel wurden im Rahmen der Praxiseinheiten der Schüler am Montag nach dem Abferkeln (2.-5. LT) kastriert und es wurden an diesem Tag bei allen Ferkeln die Schwänze kupiert. Die Eisengabe (2 ml) und die Verabreichung der Kokzidienprophylaxe erfolgten ebenfalls an diesem Tag. Wenn nötig (Bisspuren an den Sauen bzw. Widerwille des Säugens), wurde Zähneschleifen am 1. LT vorgenommen. Die Mycoplasmen-Impfung (Suvaxyn®) fand am 8.-10. LT sowie 2-3 Tage vor dem Absetzen statt. Die Impfung gegen Circoviren (Porcilis® PCV) wurde am 18.-20. LT verabreicht.

3.1.3 Forschungsbetrieb Medau (MD)

Sauenbestand, Aufstallung und Management:

Die Schweineanlage Medau der Veterinärmedizinischen Universität Wien wurde als kombinierter Betrieb (Ferkelproduktion, Aufzucht und Mast) geführt. Der Bestand belief sich während der Untersuchungen auf rund 120 Zuchtsauen der Rassen Edelschwein und Landrasse x Edelschwein, welche im 3-Wochen-Rhythmus geführt wurden.

Neben den beiden Hauptabferkelabteilungen mit insgesamt 42 Pro Dromi-Buchten (Abbildung 5; vgl. Kap. 3.2.5) war ein separates Versuchsabteil mit 12 Abferkelbuchten eingerichtet (Abbildung 6). Der Luftwechsel erfolgte im Hauptabteil über eine Unterflurzuluftführung mit Einströmung im Trogbereich und Absaugung über einen Zentralabluftkamin. Im Versuchsabteil erfolgte der Luftaustausch mittels Porendecke und zentralem Abluftkamin.

Das Einstellen der Sauengruppe in die Abferkelbuchten erfolgte immer freitags, wobei die Sauen gewaschen und zusätzlich gewogen wurden. Das Betreuungspersonal war während der Abferkelzeit täglich von 8-16 Uhr im Stall anwesend. Gegen 20 Uhr wurde ein letzter Kontrollgang durchgeführt. Das Absetzen der Ferkel erfolgte nach vierwöchiger Säugezeit donnerstags. Bei einem „langen Durchgang“ (vgl. Kap. 3.7.2) wurde die Sauen erneut gewogen. Bei einem „kurzen Durchgang“ (vgl. Kap. 3.7.2) verblieben die Sauen durchschnittlich 18 Tage im Versuchsabteil und wurden dann mit den Ferkeln in den Hauptabferkelstall umgestallt, um im Versuchsabteil nach entsprechender Reinigung und Desinfektion Platz für die nächste Abferkelgruppe zu schaffen.

Beschäftigungs- und Nestbaumaterial:

Den Sauen wurde Beschäftigungs- und Nestbaumaterial in Form von Stroh oder Heu über Raufen bzw. in den Pro Dromi-Buchten auf dem Buchtenboden im vorderen Bereich zur Verfügung gestellt. Die tägliche Verabreichungsmenge entsprach den Vorgaben des Management-Handbuchs (siehe Anhang 10.1).

Fütterung im Abferkelstall:

Am Tag nach dem Einstellen in die Abferkelbuchten bekamen die Sauen Tragefutter verabreicht. Danach wurde das Tragefutter bis zum 5. Tag der Säugeperiode mit dem Säugefutter (Energiegehalt: 13,1 MJ/kg) verschnitten. Die Futtermenge variierte zwischen 1,25 und 3,33 kg und wurde nach der Abferkelung kontinuierlich gesteigert. Bis einen Tag nach der Hauptabferkelzeit wurde zweimal und gegen Ende der Säugeperiode dreimal täglich gefüttert. Gegen Ende der Säugezeit erfolgte wieder eine Umstellung auf Tragefutter. Die Ferkel erhielten ab dem 12. Lebenstag Prästarter und im Falle von unzureichender Milchversorgung von Seiten der Muttersau auch Milch in Beistellschalen.



Abbildung 5: Eine der beiden Abferkelkammern des Betriebes Medau mit Pro Dromi-Buchten

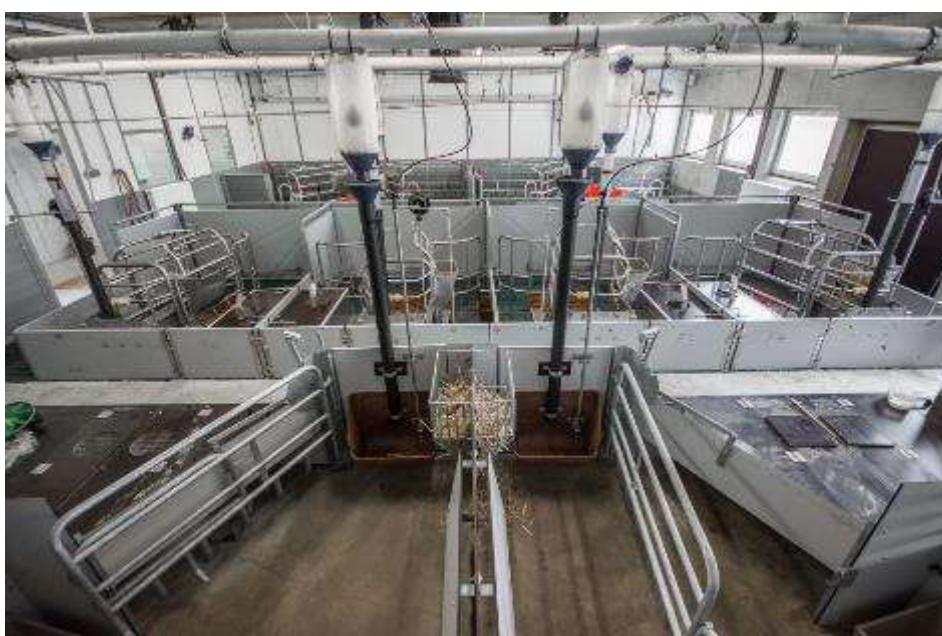


Abbildung 6: Versuchsabteil mit je vier SWAP-, Flügel- und Trapezbuchten

Tiergesundheitsbetreuung und Tierbehandlungen:

Der Betrieb Medau war über den gesamten Versuchszeitraum Mitglied des Tiergesundheitsdienstes Niederösterreich. Die Betreuung erfolgte durch die Schweineklinik der Veterinärmedizinischen Universität. Der Bestand war während der Versuchsperiode PRRS-unverdächtig.

Vor dem ersten Belegen wurden die Sauen zweimal gegen Rotlauf/Parvo (Parvoruvac®) grundimmunisiert. Eine Auffrischung wurde in der 3. Säugewoche vorgenommen. Zweimal pro Jahr erfolgte die Räudebehandlung mit Ivermectin. Auf Grund von gehäuftem Auftreten von Milchmangel und Scheidenausfluss erhielten die Sauen ab Juli 2014 routinemäßig nach der Abferkelung PGF 2α (Estrumate®).

Den Ferkeln wurde am 3. LT Eisen (Ferriphor®) verabreicht und sie wurden gegen Kokzidien behandelt (Baycox 5%®). In der 2. Lebenswoche wurde unter Injektionsnarkose (Narketan®, Stresnil®, Rifin®) die Kastration vorgenommen. Ab 2016 erfolgte bei allen Ferkeln am 2. LT Zähneschleifen.

3.2 Untersuchte Abferkelbuchtentypen

3.2.1 Flügelbucht (F)

Der Buchtentyp weist eine Grundfläche von 5,50 m² auf und wurde für den Versuch in einer geraden Aufstellungsform quer zum Bedienungsgang mit zum Gang ausgerichtetem Trog ausgeführt. Für die Bucht gilt ein Längen-Breiten-Verhältnis von 2,10 m x 2,62 m (Abbildung 7).

Diese Bewegungsbucht ist gekennzeichnet durch einen freitragenden, längen- und breitenverstellbaren Abferkelstand, dessen hintere Standabgrenzungen durch Teleskopieren und seitliches Wegschwenken (wie Flügel) geöffnet werden können (Abbildung 7 und Abbildung 8). Die „Flügel“ werden hierbei an einer gelochten Drehplatte mittels federbelasteten Verschlüssen fixiert. Es besteht die Möglichkeit auch die vorderen Standabschnitte an einem Gelenk am Trog seitwärts zu klappen und den Bewegungsbereich der Sau somit trapezförmig zu erweitern. Für die Vergleichbarkeit innerhalb des Versuchs wurden an allen Standorten mit Flügelbucht die vorderen Standbereiche fixiert belassen. Nach dem Öffnen ergibt sich für die Sau ein 3,12 m² großer Bewegungsbereich. Insgesamt ist ein Drittel der Buchtenfläche mit einer geschlossenen bzw. schlitzreduzierten (Perforationsanteil <5 %) Bodenfläche ausgeführt (siehe Abbildung 7). Die Flügelbucht ist mit einem Kombinationsboden aus drei unterschiedlichen Bodenarten ausgestattet:

- Betonplatte im vorderen Liegebereich der Sau; planbefestigt mit <5 % Perforationsanteil, grauer Bereich in Abbildung 7
- Gussrost im hinteren Liegebereich der Sau; roter Bereich in Abbildung 7
- Kunststoffspaltenboden im Bewegungsbereich von Sau und Ferkeln; grüner Bereich in Abbildung 7

An den drei Buchtentrennwänden im Bewegungsbereich der Sau sind zum Schutz der Ferkel Abweisbügel angebracht. Das 0,70 m² große Ferkelnest (gelber Bereich in Abbildung 7) wird mit Warmwasser beheizt und wurde für den Versuch mit einer Abdeckung versehen. Durch die seitliche Anordnung des Nestes ist es erforderlich, dass bei gegebener Buchtenbreite der Stand leicht außerhalb der Mitte platziert wird. Zusätzlich muss dieser leicht schräg gestellt werden, um gleichmäßige Abstände der Flügel zur Buchtenseitenwand (Absperrung des Bewegungsbereichs) zu gewährleisten.

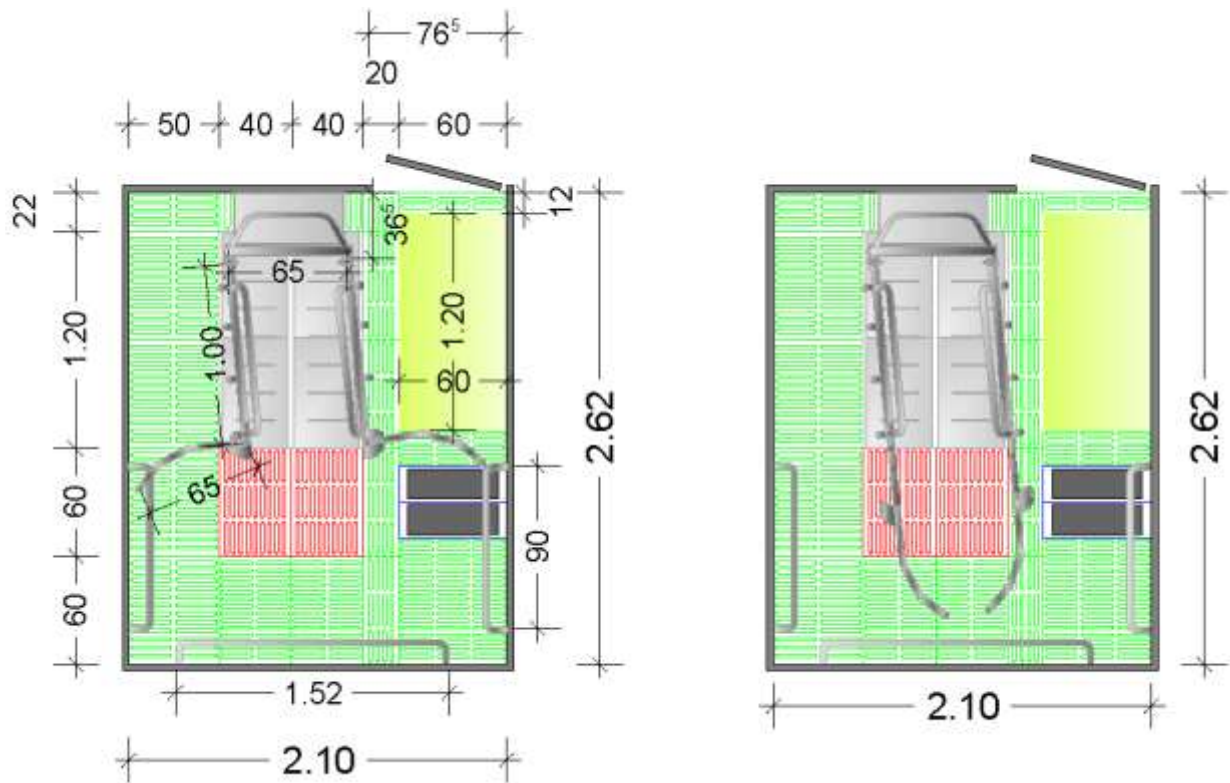


Abbildung 7: Detailskizzen der Flügelbucht (links geöffnet/rechts geschlossen) – dunkelgraue Flächen sind gummierte Trittflächen



Abbildung 8: Flügelbucht (links geöffnet/rechts geschlossen)

3.2.2 Knickbucht (K)

Bei diesem Buchtentyp (5,50 m² Fläche) handelt es sich um eine gerade Aufstallungsform mit paralleler Anordnung zum Betreuungsgang. Das Längen-Breitenmaß der Bucht beträgt 2,10 m x 2,62 m (Abbildung 9). Das Öffnen des Standes erfolgt zum einen über das Wegschwenken einer teleskopierbaren Standseite und deren Fixierung an der Buchtseitenwand und zum anderen durch das Wegklappen der hinteren Standtüre in Richtung des Ferkelnestes. Der Stand ist im hinteren Bereich mittels zwei Stützen im Boden verschraubt (fixer Standteil neben dem Ferkelnest) bzw. mittels eines Rohres mit Gummiummantelung abgestützt (bewegliche Standseite).

Der Boden der Bucht besteht wie jener in der Flügelbucht aus den drei unterschiedlichen Materialien Beton (grau), Gussrost (rot) und Kunststoff (grün), welche wie in Abbildung 9 ersichtlich, angeordnet sind. Das Betonelement weist keinerlei Schlitzanteil auf. Der Anteil der Festfläche in der Bucht beträgt der Verordnung entsprechend ein Drittel der Buchtenfläche. Die Bucht verfügt über eine Abweisstange an der hinteren Buchtentrennwand sowie ein als „Spielzeug“ (mit Beißrohr und Beißkugel) ausgeführtes Abweiselement an der der Buchtentür gegenüberliegenden Wandseite.

Der Sau steht ein 3,41 m² großer Bewegungsbereich zur Verfügung, wobei der Drehpunkt der zu öffnenden Standseite weit vorne angeordnet ist, um eine bestmögliche Platzausnutzung für die Sau zu ermöglichen (Abbildung 10). Das am Betreuungsgang angeordnete Ferkelnest (gelber Bereich in Abbildung 9) weist eine Fläche von 0,70 m² auf, wird mit Warmwasser beheizt und war im Versuch mit einer transparenten Abdeckung (metalleingefasstes Plexiglas) geführt.

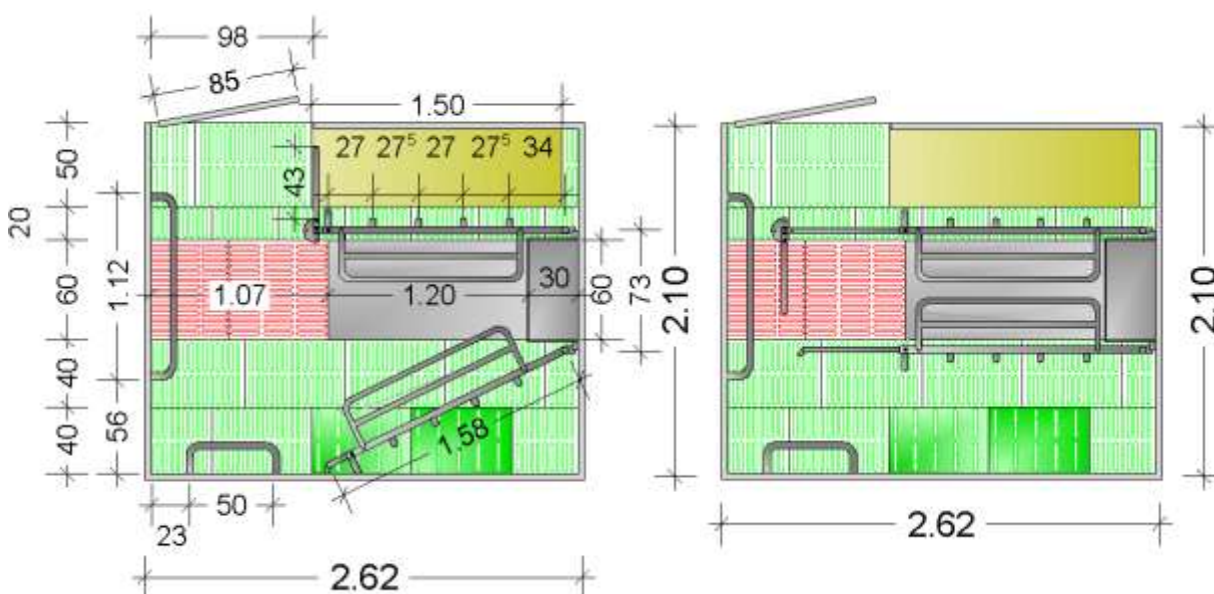


Abbildung 9: Detailskizzen der Knickbucht (links geöffnet/rechts geschlossen)



Abbildung 10: Knickbucht (links: mit Betreuer in geöffnetem Zustand/rechts: geschlossen)

3.2.3 Trapezbucht (T)

Nur in diesem 5,50 m² großen Buchtenmodell sind die Sauen diagonal aufgestellt. Der Trog ist in der Versuchsanordnung dem Betreuungsgang abgewandt. Das Längen-Breiten-Verhältnis der Bucht beträgt 2,20 m x 2,50 m (Abbildung 11).

Auch diese Bucht weist einen Kombinationsboden aus den drei Materialien Beton (grau), Guss (rot) und Kunststoff (grün) auf, dessen Verlegemuster in Abbildung 11 ersichtlich ist. Die drei Betonplatten sind vollständig geschlossen ausgeführt (gemeinsam mit dem Ferkelnest entspricht dies einem Drittel der Bodenfläche).

Der Abferkelstand kann ohne direktes Betreten der Bucht mit Hilfe eines Hebels, durch den die dem Ferkelnest abgewandte Standseite weggeschwenkt wird, geöffnet werden. Die Fixierung dieser Standseite erfolgt über einen Mechanismus an der Standoberseite. Der Abferkelstand war in der Versuchsausführung im hinteren Bereich mit zwei Rädern abgestützt. Die Längenverstellbarkeit des Standes ist über die Verstellbarkeit der hinteren Abferkelstandbegrenzungen gegeben („Salontüren“).

Zum Schutz der Ferkel wurde (an der dem Ferkelnest gegenüberliegenden) freien Buchtentrennwand eine Abweisstange angebracht. Die schwenkbare Standseite dient ebenfalls als Abweiseinrichtung, indem sie mit etwas Abstand zur Buchtentrennwand fixiert wird, wodurch die Ferkel dahinter Platz/Schutz finden (Abbildung 12).

Mit insgesamt 3,52 m² steht der Sau in der Trapezbucht innerhalb der drei LK-Buchten der flächenmäßig größte Bewegungsbereich zur Verfügung. Das Ferkelnest aus Kunststoff ist L-förmig und 0,70 m² groß (rote Flächen in Abbildung 11). Zur Schaffung eines Mikroklimas war es in der Versuchsausführung mit einer dreieckigen Abdeckung aus Kunststoff versehen.

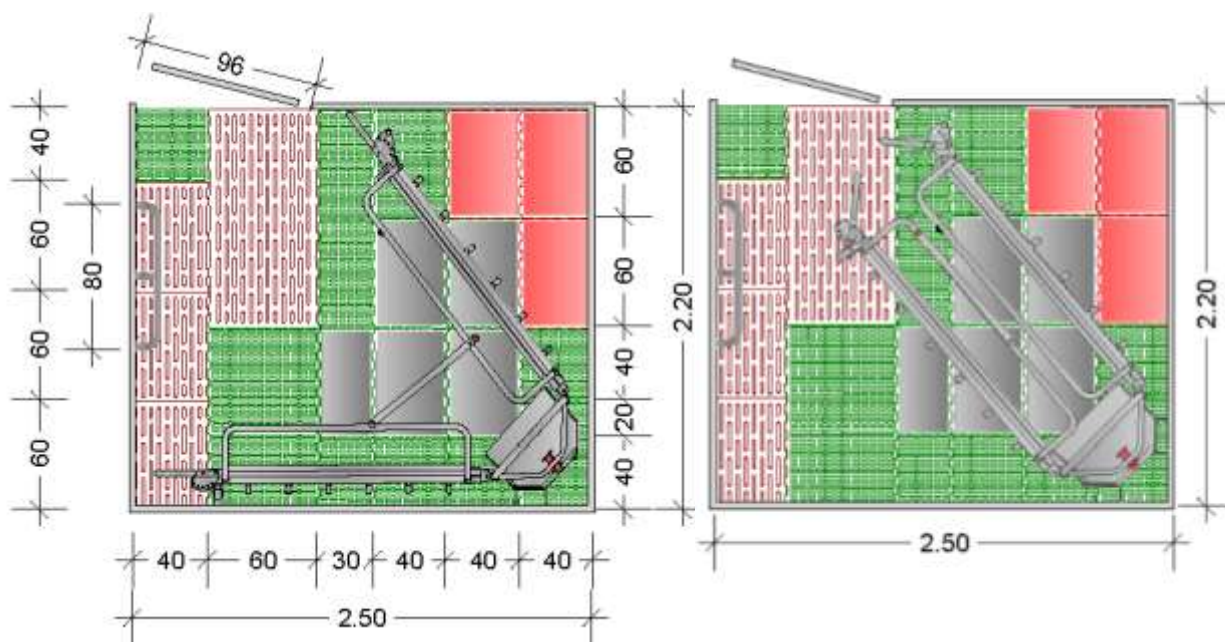


Abbildung 11: Detailskizzen der Trapezbucht (links geöffnet/rechts geschlossen)



Abbildung 12: Trapezbucht (links: in geöffnetem Zustand/rechts: wird vom Betreuer geschlossen)

3.2.4 SWAP-Bucht (S)

Die Bewegungsbucht SWAP eines dänischen Herstellers weist eine Fläche von 6,0 m² (2,0 m x 3,0 m) auf. Der vordere Buchtenbereich ist mit einer 3,50 m² großen planbefestigten Betonplatte (grün) ausgeführt und die übrige Fläche (2,50 m²) ist mit Gussrost (grau) ausgelegt (Abbildung 13). Die geschlossene Fläche weist ein 2 %-iges Gefälle in Richtung des Gussrostes auf. Entlang der rückwärtigen Buchtenwand befinden sich im Gussrost 12 Schlitze (14,0 cm x 3,80 cm). Diese Bodenöffnungen mussten nachträglich mit vom Hersteller nachgelieferten „Clips“ verschlossen werden, da es zu gehäuften Auftreten von steckengebliebenen und verendeten Ferkeln in diesen Schlitzen kam und die Ausführung nicht gesetzeskonform war (vgl. Tabelle 8).

Die Bucht ist als einzige mit zwei Trögen (oranger Bereich in Abbildung 13) ausgestattet: ein Kunststofftrög ist an der Buchtentür im Kopfbereich (bei geschlossenem Stand) angebracht und ein weiterer aus Polymerbeton an der Seitenwand der Bucht neben dem Ferkelnest (zur Fütterung der freibeweglichen Sau). Mit entsprechender Fütterungstechnik können beide Tröge wechselweise beschickt werden (Medau). Alternativ ist ein Umstecken der Futterzuleitungen erforderlich (Gießhübl). Beschäftigungs- und Nestbaumaterial kann über eine Raufe im vorderen Standbereich (seitlicher Wandbereich vor dem Abliegebrett, gelb-schraffierter Bereich in Abbildung 13) verabreicht werden.

Der Abferkelstand ist reduziert auf ein zusammenklappbares, mit einem Gelenk ausgestattetes Schwenkgitter, das im geöffneten Zustand den in der vorderen Buchtenecke positionierten Ferkelnestbereich vom Bewegungsbereich der Sau abtrennt (Abbildung 14). Die andere Standseite ist in Form eines Abliegebrettes ausgeführt. Mit Hilfe eines Bügels wird der Abferkelstand hinten verschlossen und an der Wand verankert.

Das gangseitig gelegene Ferkelnest (lila Bereich in Abbildung 13) weist eine Fläche von rund 0,80 m² auf und sollte mittels in die Betonplatte eingegossenen Heizungsschläuchen mit Warmwasser beheizt werden. Da beim Einbau der Original-Platten in GH nicht ersichtlich war, in welcher Reihenfolge die Platten miteinander zu verbinden sind, funktionierte diese Technik an diesem Versuchsstandort nur eingeschränkt, weshalb stattdessen Wärmelampen zum Einsatz kamen. Das Ferkelnest ist mit einer Abdeckung versehen, welche eine Aussparung für Wärmelampen aufweist. Zusätzlich verfügt das Nest über eine Absperrvorrichtung.

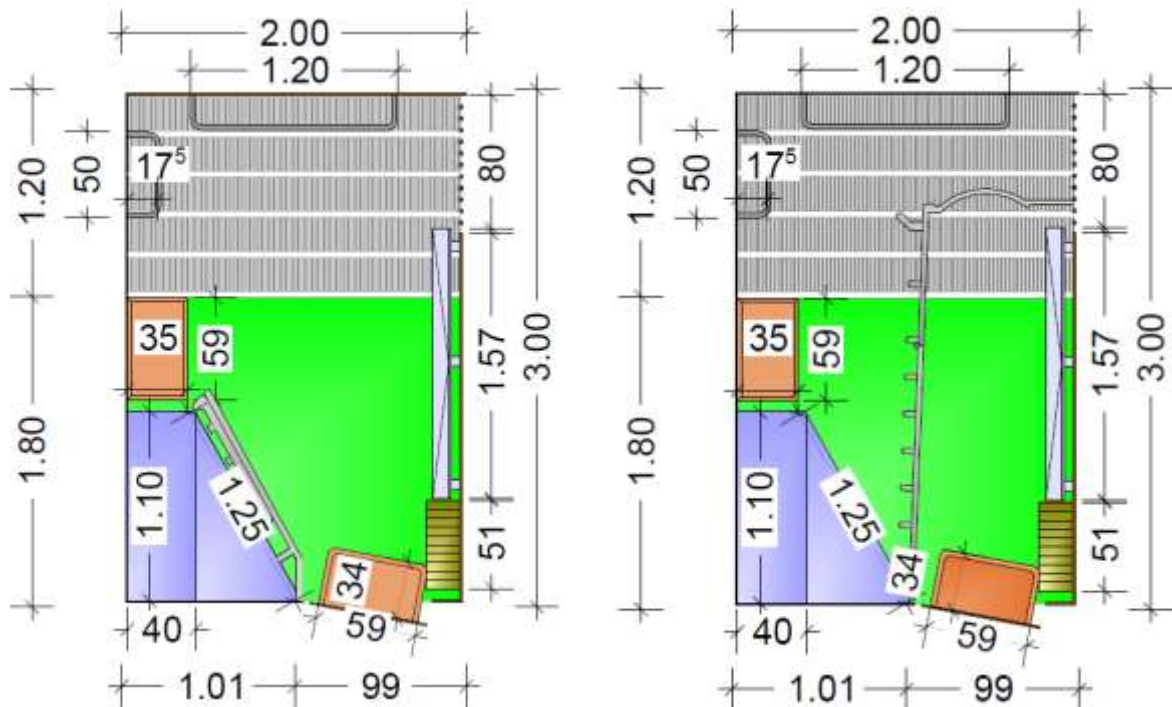


Abbildung 13: Detailskizzen der SWAP-Bucht (links geöffnet/rechts geschlossen)



Abbildung 14: SWAP-Bucht (links zwei leere Buchten mit geschlossenem und offenem Abferkelstand und rechts mit Sau bei geöffnetem Abferkelstand)

3.2.5 Pro Dromi-Bucht (P)

Die Pro Dromi-Bucht wird von einem niederländischen Hersteller vertrieben. Die Grundfläche der Bucht beträgt 7,40 m² bei einem Längen-Breitenmaß von rund 3,40 m x 2,20 m. Der überwiegende Anteil des Buchtenbodens besteht aus Kunststoff (grüner Bereich in Abbildung 15). Im Bereich des geschlossenen Abferkelstandes sind in Trognähe (rote) Gussrost- und im hinteren Standbereich Dreikantstahlrostelemente (grau-schraffiert) verlegt. In der Pro Dromi-Bucht mussten einige Adaptionsschritte vollzogen werden, damit diese den in der österreichischen Tierhaltungsverordnung festgehaltenen Mindestanforderungen entsprach (vgl. Kap. 3.2.6). Auf Grund der Rutschigkeit des Kunststoffbodens mussten Bodenelemente getauscht und durch Elemente mit höherer Trittsicherheit (Pro Grip®) ersetzt werden.

Bei geöffnetem Abferkelstand bildet der Rahmen die seitliche und hintere Begrenzung der Bewegungsfläche der Sau innerhalb der Bucht. Im Verlauf des Hauptversuchs musste eine Verlängerung des Abferkelstandes vorgenommen werden (vgl. Tabelle 8).

Das 1,20 m² große Ferkelnest aus Kunststoff ist gangseitig angeordnet und teilweise mit einer Abdeckung versehen (Abbildung 16). Es wird über den Fußboden mit Warmwasser beheizt. Über einen Schließmechanismus können die Ferkel im Nest eingesperrt werden („EasyCatch-System“). Das Ferkelnest verfügt über eine Anfütterungsmöglichkeit für die Ferkel sowie ein Sichtfenster zum Trog der Sau. Die Frischluft gelangt in diesem Buchtentyp über eine Nasenlüftung in den Tierbereich. Als Besonderheit verfügt die an einer Seitenwand montierte Abliegewand über eine Kühlfunktion, welche allerdings während des Versuchs nicht aktiviert war.

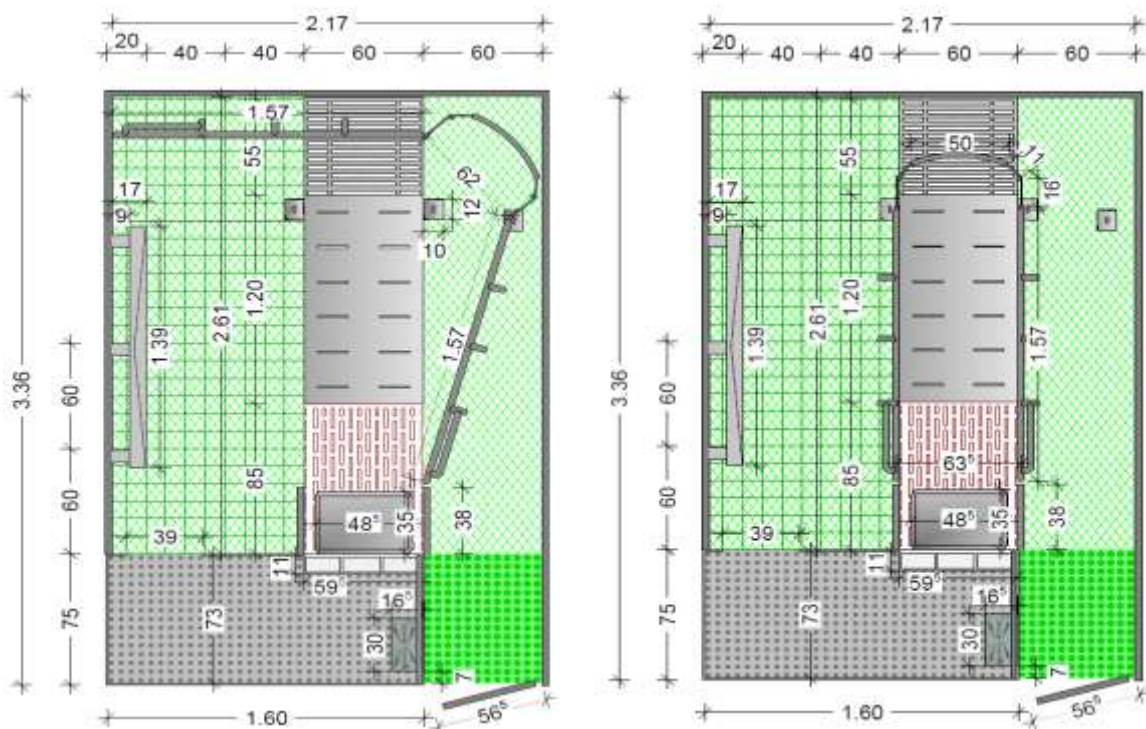


Abbildung 15: Detailskizzen der Pro Dromi-Bucht (links geöffnet/rechts geschlossen)



Abbildung 16: Pro Dromi-Bucht (links zwei leere Buchten mit geschlossenem und offenem Abferkelstand und rechts Sau mit Ferkeln bei geöffnetem Abferkelstand)

3.2.6 Adaptionsmaßnahmen in den untersuchten Abferkelbuchtentypen

Während der laufenden Versuchsphase war vorgesehen, dass an den Buchtentypen Adaptionsmaßnahmen durch die jeweiligen Herstellerfirmen vorgenommen werden durften und mussten, sofern das Tierwohl durch Konstruktions- und Ausführungsfehler beeinträchtigt war. Die einzelnen Adaptionssschritte in den unterschiedlichen Abferkelbuchtentypen sind in nachfolgender Tabelle 8 ersichtlich.

Tabelle 8: Während des Hauptversuchs vorgenommene Adaptionsmaßnahmen in den Abferkelbuchtentypen (BT) der Forschungsbetriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD)

BT	Problembereich	Adaptionsmaßnahme (Betrieb/Zeitpunkt)
F	Sauen wiesen im Rückenbereich kreisrunde Läsionen auf, die auf hervorstehende Gelenkzapfen im hinteren Standbereich zurückzuführen waren	Integration des Gelenks in den Standrahmen (in MD im November 2014; in HD im März 2015; in GH Anfang Mai 2015)
F	In zwei Buchten im Betrieb GH waren vom Hersteller versehentlich keine Abweissbügel an den Seitenwänden montiert worden	Nachrüsten der Abweisseinrichtungen gemeinsam mit Austausch des „Flügelgelenks“ Anfang Mai 2015
F	Abdeckung des Kotabwurfschlitzes wurde von Sauen mehrmals geöffnet, sodass Ferkel in den Güllekanal fielen und verendeten	Anbringung von stabileren, neuen Abdeckungsvarianten (nur Betrieb MD im August 2015, Jänner und März 2016)
S	Ferkel blieben in den Schlitzten entlang der hinteren Buchtentrennwand stecken und verendeten darin	Anbringung von durch den Hersteller nachgelieferten „Closing Ribs“ (in MD im Juli 2014 und in GH im März 2015)
S	Planbefestigter Betonboden war zu glatt, Sauen rutschten aus	Aufräumen des Bodens mittels Granulatschleifer (nur Betrieb GH im September 2014, vor Durchgang 2)
S	Abliegebrett war zu tief montiert, Ferkel wiesen Verletzungen im Rücken- und Schwanzbereich auf	Höhersetzen des Abliegebretts und Versetzen in Richtung Mitte der Buchtenseite (nur Betrieb MD im November 2014)
S	Fixierte Sauen lagen häufig mit dem Gesäuge Richtung Abliegewand, sodass die Ferkel schwer zum Gesäuge kamen und teilweise zwischen Sau und Wand gerieten	Verbreiterung des hinteren Teils des Abferkelstandes durch Austausch des flexiblen Schließelements (nur Betrieb MD im März 2016)
P	Boden war rutschig und wies nicht genügend geschlossene Fläche auf	Einbau eines Riffelblechs (im September 2014)
P	Rutschigkeit des Spaltenbodens	Austausch eines Teils des Originalspaltenbodens gegen Spaltenboden „Pro Grip®“ (im November 2014)
P	Boden war weiterhin rutschig	Austausch des Riffelblechs gegen ein Betonbodenelement (im Oktober 2015)
P	Abferkelstand war zu kurz	Verlängerung des Abferkelstandes durch Austausch des flexiblen Schließelements (im August 2015)

3.3 Managementvorgaben

Über alle Forschungsbetriebe hinweg wurde mittels eines Handbuchs mit detaillierten Vorgaben zu allen projektrelevanten (Management-)Bereichen ein einheitliches Versuchsmanagement implementiert und aufrechterhalten (Anhang 10.1). Die BetriebsleiterInnen wurden vor Versuchsbeginn in einem Fach- und Einschulungsgespräch mit den Betreuungsvorgaben vertraut gemacht, indem die Versuchsbedingungen detailliert anhand eines Betriebserhebungsbogens festgestellt und sämtliche für den Versuchsablauf relevanten Aspekte erläutert wurden.

3.4 Tierauswahl und -zuteilung

Für den Versuch wurden nur klinisch gesunde Sauen (ohne Fieber, Antibiotikabehandlung, Aktinomykose und hochgradige Lahmheit) bis einschließlich 8. Wurf eingestallt. Für die Untersuchungen im Betrieb GH wurde innerhalb des Sauenbestandes in jeder der fünf Sauengruppen ein „Versuchspool“ gebildet, dessen Tiere wiederholt in die Versuchsbuchten eingestallt wurden. Hierbei wurden in jedem Abferkeldurchgang je Versuchsbuchtentyp eine Jungsau und drei (zum Teil vorerfahrene) Altsauen eingestallt (entsprechend einem Remontierungsanteil von 25 %). Die Jungsaue wurden nach einem Rotationsprinzip zunächst jeweils in die erste Bucht eines jeden Buchtentyps eingestallt – beim folgenden Durchgang jeweils in die zweite Bucht usw. zugeteilt, sodass ein Einfluss der Anordnung einer bestimmten Bucht auf die Jungsaue ausgeschlossen werden konnte. Die Zuteilung der Altsauen erfolgte anschließend nach dem Zufallsprinzip.

Im Betrieb HD entsprach die Anzahl der Versuchsbuchten in etwa der Gruppengröße der Sauen (6-7 Sauen). Die Einzeltiere wurden den sechs Versuchsbuchten über ein Losverfahren zufällig zugeteilt. Im Betrieb MD erfolgte die Zuteilung der Jungsaue in die unterschiedlichen Buchtentypen gleichmäßig. Die Altsauen wurden dann zufällig einer Versuchsbucht zugeteilt (Zufallsgenerator in Microsoft Excel).

3.5 Erhebung der Produktionsdaten

Zur genauen Aufzeichnung der Produktionsdaten wurde bei jeder Versuchsbucht eine Sauenkarte (Anhang 10.2) angebracht, in welcher folgende Daten eingetragen wurden:

- Identität der Sau (Sau-Nummer bzw. Sau-ID)
- Wurfnummer der Sau
- errechnetes Abferkeldatum und tatsächliches Abferkeldatum
- Einsatz manueller Geburtshilfe (ja/nein)
- Einsatz von Oxytocingabe (ja/nein)
- Vorerfahrung im Versuch (ja/nein)
- Fixierungsvariante
- Buchtentyp und Buchten-Nummer
- Datum des Stand-Schließens und Stand-Öffnens
- Informationen zum Wurf: Anzahl lebend geborener Ferkel, Anzahl Totgeburten, Anzahl Mumien, Anzahl Kümmerer/Lebensschwacher, Anzahl Spreizferkel, Anomalien, Anzahl abgesetzter Ferkel, Absetzdatum, Absetzgewicht des Wurfes (nur in HD erhoben)

- Ferkelverluste: Datum und vermutete Verlustursache
- Behandlungen von Sau und Ferkeln: Datum und Behandlungsgrund/Medikament
- Wurfausgleich: Datum und Anzahl zu-/weggesetzter Ferkel
- Kommentare und wichtige Ereignisse: Datum und Beschreibung

Nach jedem Absetzen der Ferkel wurden die Original-Stallkarten eingesammelt und die Daten in den Internet-Sauenplaner „SpOnWeb“ (Fa. Intelicon) eingegeben. Die Dateneingabe erfolgte in den Betrieben HD und MD durch das Stallpersonal und wurde nachfolgend durch die Autorin (für HD) bzw. durch eine Mitarbeiterin der Veterinärmedizinischen Universität Wien (für MD) kontrolliert. Die Dateneingabe für den Betrieb GH wurde von der Autorin selbst vorgenommen und nachkontrolliert.

3.6 Aufbereitung der Behandlungsdaten von Sauen und Ferkeln

Alle medizinischen Behandlungen von Sauen und Ferkeln während ihres Aufenthalts in der Abferkelbucht (vom Einstellen der Sau bis zum Absetzen der Ferkel) wurden getrennt nach Tierkategorie (Sau oder Ferkel) mit Datum und Behandlungsgrund bzw. Medikamentenbezeichnung in die direkt bei der Bucht angebrachten Sauenkarten eingetragen (siehe Anhang 10.2). Zu den Behandlungen bzw. Ursachen für eine Behandlung bei Sauen zählten:

- MMA
- Verletzung/Entzündung der Beine, Lahmheit
- Stresnilgabe
- Oxytocingabe
- Geburtshilfe
- Sonstiges (z.B. trüber Harn)

Die Erkrankung „Milchfieber“ oder MMA ist gekennzeichnet durch das Auftreten eines Symptomenkomplexes, dessen Zusammensetzung und Ausprägung tierindividuell verschieden ist. Für die entsprechende Codierung für MMA war die Angabe zumindest eines Symptoms (z.B. erhöhte Körpertemperatur) in Kombination mit dem spezifisch zur Behandlung vorgesehenen und betriebstypisch angewendeten Medikament ausschlaggebend. Das Auftreten von Milchmangel alleine und ohne Behandlung wurde nicht als MMA klassifiziert. Hierfür wurde im Programm Sauenplaner der Kommentar „Milchmangel“ (programminterner Code-Nr. 402) vergeben.

Bei den Ferkeln wurden folgende Behandlungen aufgezeichnet:

- Durchfall
- Verletzungen allgemein, Bissverletzungen
- Gehirnhautentzündung
- Abszesse
- Sonstiges (z.B. Bauchschmerzen, Fistel, Augenentzündung, Nabelentzündung, Brustbeinschwellung, Ferkelruß, Zitterferkel)

Bei der nachfolgenden Eingabe der Produktionsdaten in den Internet-Sauenplaner wurden die Behandlungsdaten im Feld „Notiz“, wie in der Sauenkarte angeführt, vermerkt. Für die Behandlung mit Oxytocin war auf der Karte ein eigenes Feld zum Ankreuzen vorgesehen, welches auch direkt im Sauenplaner mit ja oder nein aktiviert werden konnte. Bei der Oxytocingabe erfolgte keine Differenzierung nach der Indikation der Verabreichung (Geburtseinleitung, Wehenschwäche, Nachgeburtsverhalten oder Milchmangel).

Auf der Sauenkarte wurde auch angekreuzt (und im Online-Sauenplaner das entsprechende Feld per Klick aktiviert), ob manuelle Geburtshilfe geleistet werden musste. Darunter wurde das Eingreifen des Betreuungspersonals in den Geburtskanal verstanden, welches die Entwicklung eines lebenden oder toten Ferkels zur Folge hatte. Das Eingreifen in den Geburtskanal lediglich zum Zweck der Nachkontrolle wurde nicht als Geburtshilfe im eigentlichen Sinn gewertet.

Die Erstbehandlung und sämtliche Nachbehandlungen innerhalb einer Woche wurden als ein Krankheitsfall gewertet. Die Behandlungsdaten wurden zusammen mit allen übrigen Produktionsdaten aus dem Online-Sauenplaner in eine Excel-Datei (Microsoft Office Professional Plus 2010 mit 32bit) exportiert und für die statistische Datenauswertung weiterverarbeitet.

3.7 Versuchsdesign zur Ermittlung des Einflusses von Buchtentyp und Fixierungsvariante auf die Ferkelsterblichkeit

Die Untersuchungen folgten in allen drei Forschungsbetrieben einem einheitlichen Versuchsdesign: Es handelte sich hierbei um ein 4 x 4- bzw. 4 x 3-Design mit vier Fixierungsvarianten (FV; vgl. Kap. 3.7.1) und vier bzw. drei Buchtentypen (BT; vgl. Kap. 3.2). Die fünf unterschiedlichen Buchtentypen waren wie folgt auf die drei Forschungsbetriebe verteilt:

Tabelle 9: Verteilung der Abferkelbuchtentypen (BT) auf die drei Forschungsbetriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD)

BT	GH	HD	MD
Flügelbucht (F)	4	2	4
Knickbucht (K)	4	2	-
Trapezbucht (T)	4	2	4
SWAP-Bucht (S)	4	-	4
Pro Dromi-Bucht (P)	-	-	4
Summe	16	6	16

3.7.1 Fixierungsvarianten

Folgende Schließ- und Öffnungszeiträume der Abferkelstände wurden für den Versuch definiert:

- **Fixierungsvariante 0 (FV 0/Kontrolle):** Die Sau wird während des gesamten Aufenthalts in der Abferkelbucht nicht fixiert (im Weiteren auch als „freie Abferkelung“ bezeichnet)
- **Fixierungsvariante 3 (FV 3):** Fixierung im Abferkelstand beginnt nach Abschluss der Geburt (gekennzeichnet durch Abgang der Nachgeburt) und endet am Morgen des 4. Lebenstages der Ferkel
- **Fixierungsvariante 4 (FV 4):** Fixierung im Abferkelstand beginnt einen Tag vor dem errechneten Geburtstermin (am 114. Trächtigkeitstag) und endet am Morgen des 4. Lebenstages der Ferkel
- **Fixierungsvariante 6 (FV 6):** Fixierung im Abferkelstand beginnt einen Tag vor dem errechneten Geburtstermin (am 114. Trächtigkeitstag) und endet am Morgen des 6. Lebenstages der Ferkel

In Abbildung 17 ist der idealisierte Ablauf der einzelnen Fixierungsvarianten schematisch dargestellt. Hierbei wird der 115. Trächtigkeitstag als Tag der Geburt angenommen und somit die je Fixierungsvariante maximale (und gleichzeitig namensgebende) Fixierungsdauer in Tagen erreicht. Wicht das tatsächliche vom errechneten Geburtsdatum ab, so verlängerte sich die Gesamtdauer der Fixierung für die Sau automatisch entsprechend.

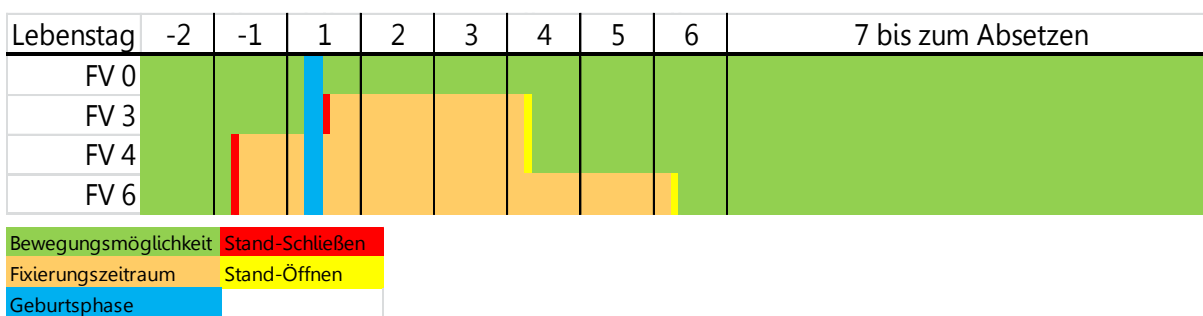


Abbildung 17: Schematische Darstellung der vier im Versuch angewandten Fixierungsvarianten

Aus organisatorischen Gründen wurden die Fixierungsvarianten durchgangsweise untersucht, das heißt während eines Durchgangs wurden alle zwei (HD) bzw. vier Buchtentypen (GH und MD) mit der gleichen FV betrieben. Fanden Geburten in für FV 6 und FV 4 vorgesehenen Durchgängen vor dem Schließen des Abferkelstandes statt, so wurde die Sau automatisch in FV 3 oder FV 0 übergeführt.

Die Reihenfolge der Fixierungsvarianten je Betrieb wurde in einem mehrjährigen Verteilungsplan festgelegt, sodass eine möglichst gleichmäßige Zuordnung der Fixierungsvarianten über die vier Jahreszeiten hinweg vorlag. Die jahreszeitliche Einteilung wurde wie folgt vorgenommen:

- Frühling: März bis Mai
- Sommer: Juni bis August
- Herbst: September bis November
- Winter: Dezember bis Februar

Bei Durchgängen in Übergangsmonaten zwischen zwei definierten Jahreszeiten wurde die FV jener Jahreszeit zugeordnet, in welche der größere Anteil der Säugezeit fiel. Für die Definition des 1. Lebenstages der Ferkel war entscheidend, wann das letzte Ferkel eines Wurfes geboren wurde. Hierfür wurde das Videomaterial hinsichtlich Beginn- und Endzeitpunkt der Geburt analysiert: Als Geburtsbeginn wurde das vollständige Erscheinen des ersten Ferkels definiert. Das Geburtsende war markiert durch das Austreiben des letzten Ferkels (unabhängig davon, ob lebend oder tot geboren). Erstreckte sich die Geburt über den Tageswechsel zu Mitternacht, so galt für alle Ferkel des Wurfes der neu begonnene Tag als 1. Lebenstag (Zeitpunkt, ab dem alle Ferkel potenziellen Gefahren durch die Muttersau ausgesetzt waren).

Das Öffnen der Abferkelstände konnte aus Gründen der Praktikabilität bzw. Arbeitstechnik nicht immer am Morgen des entsprechenden Lebenstages erfolgen, wenn an diesem Tag noch Ferkelbehandlungen (z.B. Kastration oder Eisengabe am 3.-4. LT nach der Geburt) ausständig waren. Die Stand-Öffnung erfolgte dann zu einem späteren Zeitpunkt an diesem Tag. Die Daten von Würfen, welche nicht gemäß o.g. Vorgaben geschlossen oder geöffnet worden waren und somit keiner der vier Fixierungsvarianten zugeordnet werden konnten, wurden von allen weiteren Auswertungen ausgeschlossen.

3.7.2 Erforderlicher Stichprobenumfang je Versuchskombination

Bei den Berechnungen des notwendigen Stichprobenumfangs für das o.g. Versuchsdesign mit zwei Faktoren und je vier Ausprägungsstufen wurde auf die Daten einer früheren österreichischen Untersuchung zum Vergleich unterschiedlicher Abferkelsysteme in Gießhübl zurückgegriffen (BAUMGARTNER et al. 2009). Für den vorliegenden Versuch wurde die Detektion einer Änderung in der Mortalitätsrate von 2 % als relevant eingestuft. Bei Zugrundelegung einer 70 %-igen Power (unter Annahme der Durchführung einer zweifaktoriellen ANOVA/Varianzanalyse) wurde in den Betrieben GH und MD die Durchführung von 16 Geburten je Versuchskombination aus Buchtentyp (BT) und Fixierungsvariante (FV) angestrebt. Auf Grund der geringeren Anzahl an Versuchsbuchten musste in HD eine Anzahl von 11 Wiederholungen je Kombination aus Buchtentyp und Fixierungsvariante festgelegt werden. Es wurde eine Standardabweichung von 5 % sowie $\alpha = 0,05$ angenommen.

Um im Betrieb MD die geforderte Anzahl an Wiederholungen je BT x FV zu erzielen, wurde rund die Hälfte der Abferkeldurchgänge „kurz geführt“. D.h. die Sauen und ihre Ferkel wurden am Ende der 1. Säugeweche vom Versuchsabteil in die Buchten des Hauptabferkelabteils (in Pro Dromi-Buchten) umgestallt. Durch diese Maßnahme konnte nach erfolgter Reinigung und Desinfektion bereits die nächste (und nicht erst die übernächste) zur Abferkelung anstehende Sauengruppe erneut in die Versuchsbuchten eingestallt werden.

3.7.3 Datengrundlage

Die Datenerhebungen in den drei Forschungsbetrieben erstreckten sich über den in Kap. 3.1 beschriebenen Zeitraum. Der Einbau der SWAP-Bucht gestaltete sich im Betrieb GH auf Grund der sehr schweren vorgefertigten Bauteile als äußerst schwierig, weshalb dieser Buchtentyp erst Ende August 2014 in Betrieb genommen werden konnte. In den SWAP-Buchten in GH wurden daher vier Abferkeldurchgänge weniger als in den drei anderen BT in diesem Forschungsbetrieb durchgeführt. Von den insgesamt 432 in GH erhobenen Würfen (aus 28 Abferkeldurchgängen) mussten 61 (14,1 %) – basierend auf den Vorgaben des

Management-Handbuchs (siehe Anhang 10.1) oder weil die Aufzeichnungen in der Sauenkarte nicht nachvollziehbar waren bzw. nicht mit den Videobeobachtungen übereinstimmten – ausgeschlossen werden.

Im Betrieb HD wurden die Daten von 23 Abferkeldurchgängen in den neuen Bewegungsbuchten erhoben. Von den 138 beobachteten Würfen in den Versuchsbuchten mussten 18 (13,0 %) – basierend auf den für den Betrieb GH genannten Kriterien – ausgeschlossen werden. In MD wurden in Summe 23 Abferkeldurchgänge für die Erhebungen herangezogen. Von den 311 erhobenen Würfen mussten 52 (16,7 %) aus oben genannten Gründen aus dem Versuch ausgeschlossen werden.

Insgesamt entsprachen die Daten von 750 erhobenen Würfen den festgelegten Anforderungen und wurden für die weitere statistische Auswertung herangezogen.

Definition des Versuchszeitraums:

Wie bereits erläutert, wurde rund die Hälfte der Abferkeldurchgänge in MD kurz geführt. Darüber hinaus verfolgten die drei Betriebe unterschiedliche Produktionsrhythmen (3- bzw. 4-Wochen-Rhythmus), weshalb die Säugedauer über die Betriebe bzw. Durchgänge hinweg nicht einheitlich war. Um einen einheitlichen Beobachtungszeitraum für alle Würfe gewährleisten zu können, wurden zwei Versuchszeiträume festgelegt:

- **Versuchszeitraum (VZR) Kurz:** Datum Abferkelung bis Datum Abferkelung + 7 Tage
- **Versuchszeitraum (VZR) Gesamt:** Datum Abferkelung bis Datum Absetzen (nach betriebsspezifischem Absetzrhythmus) – es wurden nur Würfe für die Auswertungen herangezogen, die zumindest 17 Tage Säugezeit aufwiesen

Auf den kurzen VZR entfielen in Summe Daten aus 750 Würfen (GH: 371, HD: 120, MD: 259). Beim gesamten VZR mussten 112 Beobachtungen ausgeschlossen werden, wodurch insgesamt 638 Wurfdaten (GH: 370, HD: 119, MD: 149) zur weiteren Analyse herangezogen werden konnten. Die Anzahl der für die Auswertungen herangezogenen Würfe je Betrieb, BT und FV ist für den kurzen bzw. gesamten VZR in den beiden nachfolgenden Abbildungen dargestellt:

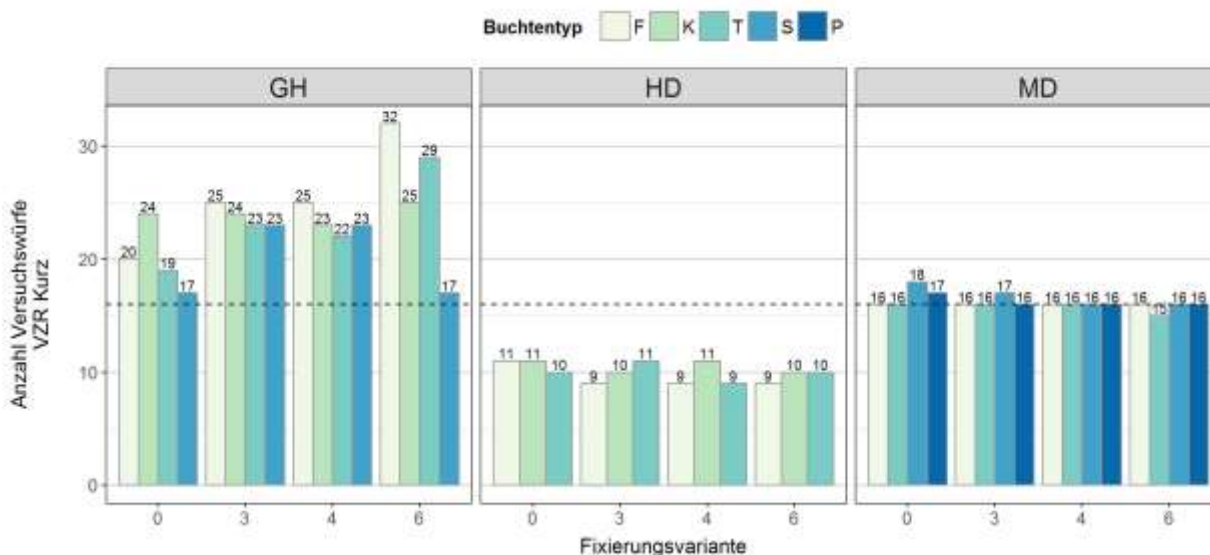


Abbildung 18: Anzahl der Versuchswürfe im Zeitraum „Datum Abferkelung“ bis „Datum Abferkelung + 7 Tage“ je Fixierungsvariante in den Buchtentypen Flügelbucht (F), Knickbucht (K), Trapezbucht (T), SWAP-Bucht (S) und Pro Dromi-Bucht (P) der Betriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD); strichlierte Linie markiert Grenze zu den angestrebten 16 Würfen

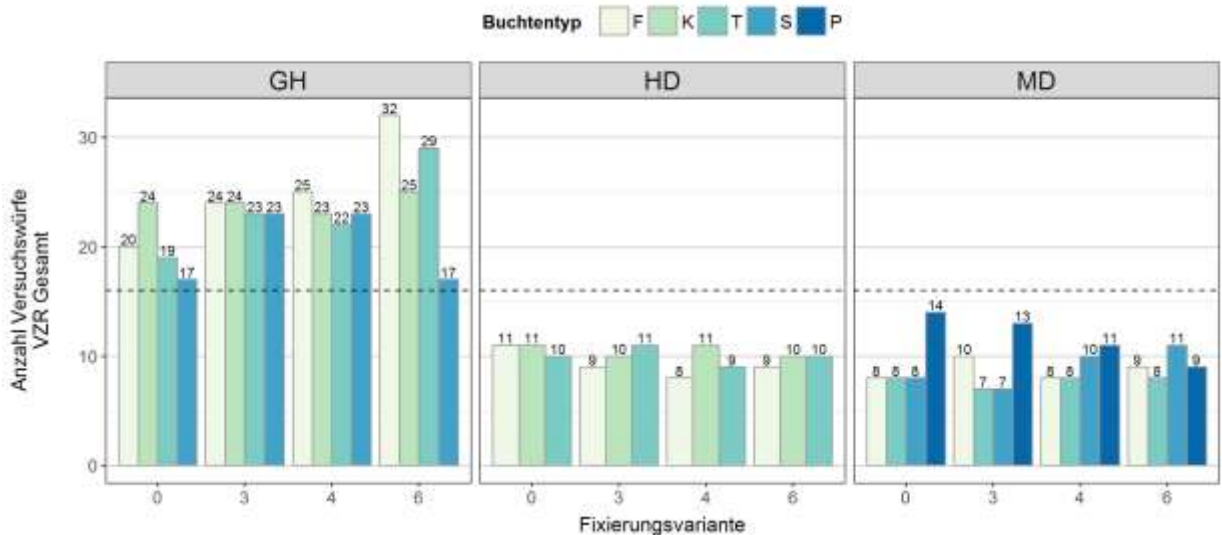


Abbildung 19: Anzahl Versuchswürfe mit einer Säugezeit von zumindest 17 Tagen (VZR gesamt) je Fixierungsvariante in den Buchtentypen Flügelbucht (F), Knickbucht (K), Trapezbucht (T), SWAP-Bucht (S) und Pro Dromi-Bucht (P) der Betriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD); strichlierte Linie markiert Grenze zu den angestrebten 16 Würfen

Beim kurzen VZR lag in den Betrieben GH und MD die Anzahl der Beobachtungen je BT x FV-Kombination bei zumindest 16 (mit Ausnahme von FV 6, BT T in MD). In HD konnten bei vorgegebener Projektlaufzeit auf Grund der geringeren Betriebsgröße bzw. Buchtenanzahl mindestens neun Wurfbeobachtungen je Kombination realisiert werden. In Bezug auf den gesamten Versuchszeitraum reduzierten sich insbesondere die Anzahl der Wurfdaten aus MD: Hier konnten zumindest sieben und maximal 14 Beobachtungen je Kombination aus FV und BT für die weiteren Auswertungen herangezogen werden.

Definition der Wurfgröße:

Der Wurfausgleich konnte in den Versuchsbuchten gemäß Managementvorgaben innerhalb der ersten 48 Stunden, in Ausnahmefällen (drohendes Verhungern einzelner Ferkel, uneinheitliche Geburtszeitpunkte innerhalb der Abferkelgruppe und/oder insgesamt zu viele Ferkel in der Abferkelgruppe) jedoch auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Das Versetzen von Ferkeln nimmt direkten Einfluss auf die Wurfgröße und war daher entsprechend zu berücksichtigen. Es wurden nur Versetzungen einbezogen, die tatsächlich im betrachteten Versuchszeitraum stattgefunden haben. Die Wurfgröße ergab sich demnach als:

$$\text{Wurfgröße}_{VZR} = \text{Lebendgeborene} + \text{VersetztPlus}_{VZR} - \text{VersetztMinus}_{VZR}$$

(VZR = Versuchszeitraum)

Einen Überblick zur Verteilung der Wurfgröße je VZR liefern die Abbildung 20 und Abbildung 21. Im Betrieb GH wurde auf Grund des Wurfausgleichsregimes eine sehr geringe Schwankung hinsichtlich der Wurfgröße erzielt. In den anderen beiden Forschungsbetrieben war sowohl die mediane Wurfgröße als auch die Variation in den Wurfgrößen etwas höher. Die mediane Wurfgröße_{Kurz} bzw. Wurfgröße_{Gesamt} betrug 12 Ferkel in GH, 14 in HD, sowie 14 in MD.

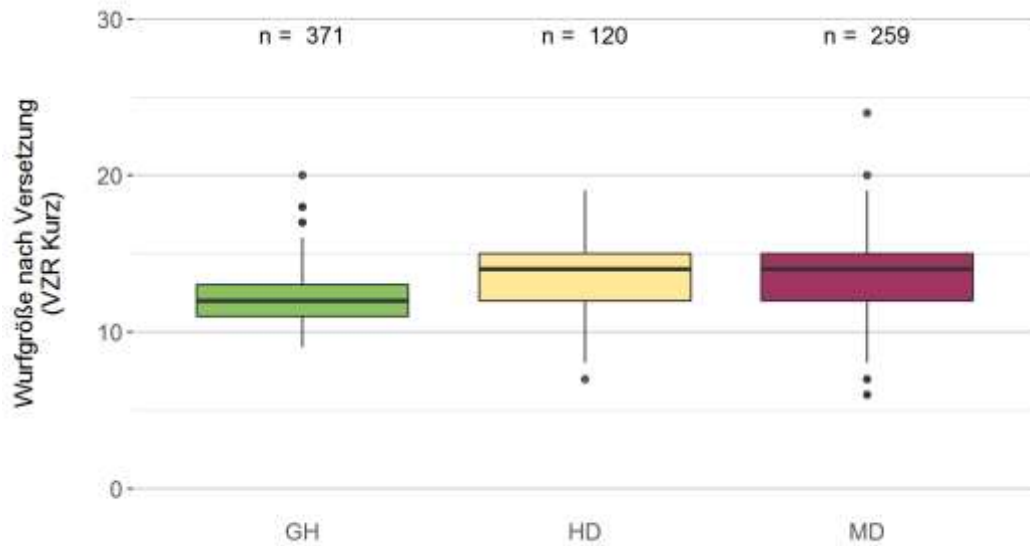


Abbildung 20: Boxplot der Wurfgröße nach Versetzungen für den kurzen Versuchszeitraum der Betriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD); angegeben ist auch die Anzahl der Versuchswürfe je Betrieb (n)

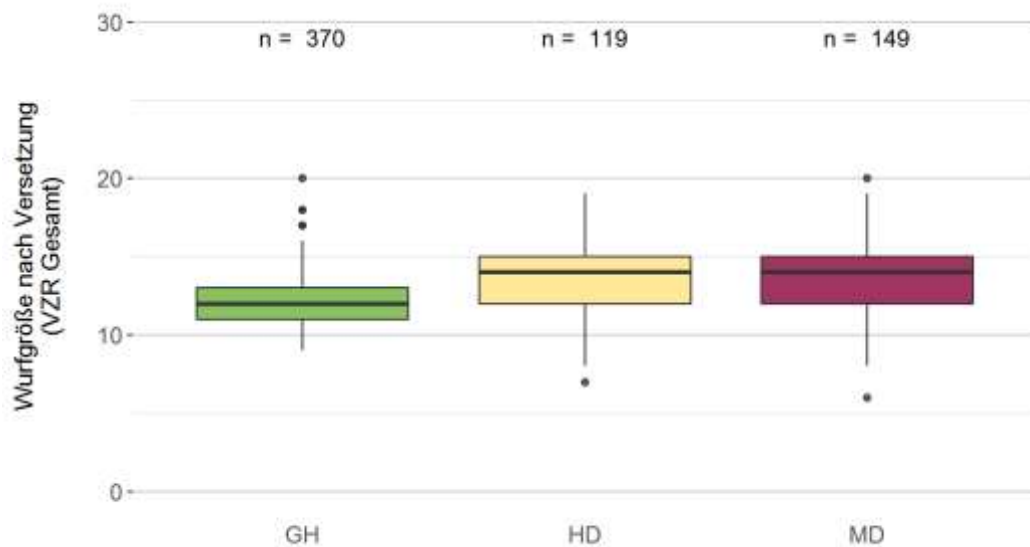


Abbildung 21: Boxplot der Wurfgröße nach Versetzungen für den gesamten Versuchszeitraum der Betriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD); angegeben ist auch die Anzahl der Versuchswürfe je Betrieb (n)

Definition der Zielgrößen:

Ziel der Analysen war es, den Einfluss von Buchtentyp und Fixierungsvariante auf die Ferkelmortalität (bezieht sich in diesem Zusammenhang ausschließlich auf die Verluste unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) zu ermitteln. Hierfür wurde der Anteil der Ferkelverluste wie folgt festgelegt:

$$\text{Ferkelmortalität}_{VZR} = \frac{\text{Anzahl Verluste}_{VZR}}{\text{Wurfgröße}_{VZR}} = \frac{\text{Anzahl Verluste}_{VZR}}{\text{Lebendgeborene} + \text{VPlus}_{VZR} - \text{VMinus}_{VZR}}$$

(VZR = Versuchszeitraum; VPlus = Anzahl dazuversetzte Ferkel; VMinus = Anzahl wegversetzte Ferkel)

Diesbezüglich wurde für die definierten VZR (kurz und gesamt) bestimmt, ob der jeweils aufgetretene Verlust noch in den Versuchszeitraum fiel oder nicht.

Die in den Versuchswürfen aufgetretene Ferkelmortalität ist je Betrieb in den Boxplots der Abbildung 22 und Abbildung 23 dargestellt. Unterschiede zwischen kurzem und gesamtem VZR sind vor allem für den Betrieb MD zu erkennen. Sowohl im kurzen als auch im gesamten Zeitraum zeigte sich für GH die geringste mediane Ferkelmortalität (9,1 % bzw. 12,2 %) und für MD die höchste (15,4 % bzw. 20,0 %). Vor allem in MD gab es vereinzelt „Ausreißerwürfe“ mit sehr hohen Ferkelverlusten. Der maximale Anteil an Verlusten je Wurf betrug im kurzen wie im gesamten Versuchszeitraum 100 %.

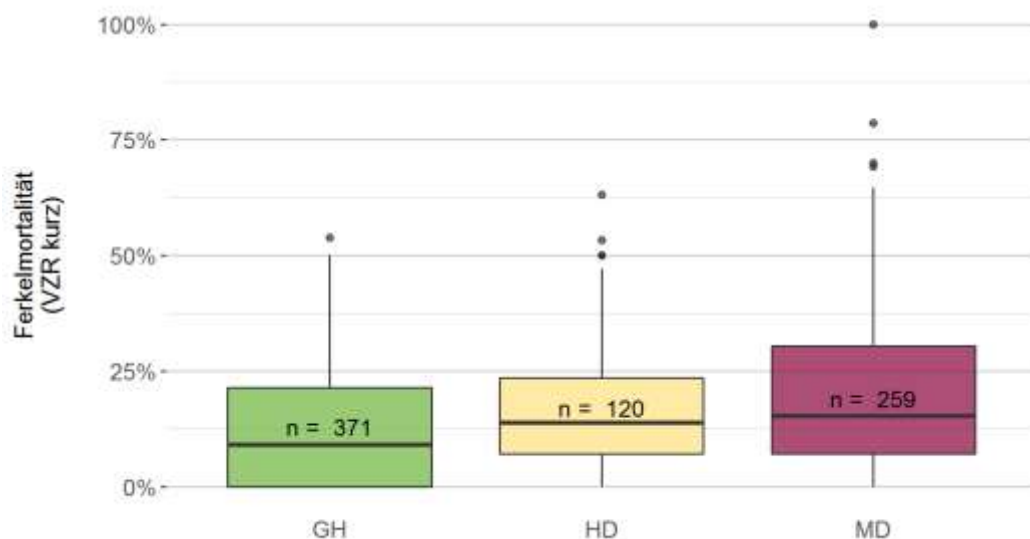


Abbildung 22: Anteil Ferkelverluste an Wurfgröße für den kurzen Versuchszeitraum in den Betrieben Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD)

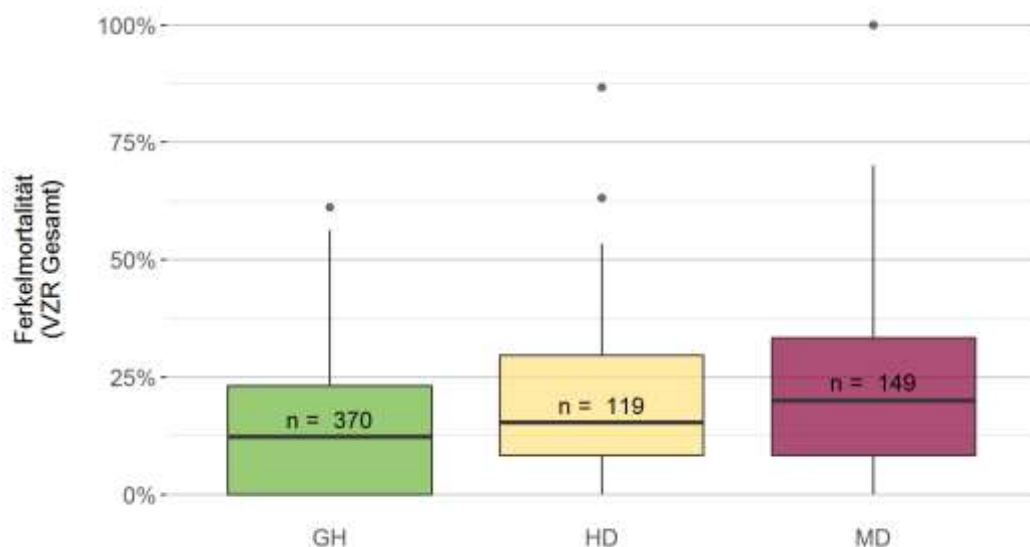


Abbildung 23: Anteil Ferkelverluste an Wurfgröße für den gesamten Versuchszeitraum in den Betrieben Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD)

Obwohl für den gesamten Versuchszeitraum eine geringere Anzahl an Beobachtungen vorhanden war, stellte dieser VZR den für die Studie relevanteren Zeitraum dar. Aus diesem Grund wird in Bezug auf die Beschreibung der nachfolgenden Faktoren nur mehr auf den Versuchszeitraum, welcher die gesamte Säugezeit umfasst, eingegangen.

Zusätzlich zur Analyse der Ferkelmortalität unter den lebendgeborenen Ferkeln wurden auch die Erdrückungsverluste im gesamten VZR modelliert.

Faktor „Parität der Sau“:

Für die vorliegende Studie wurden nur Sauen bis zum 8. Wurf eingesetzt. In Abbildung 24 ist der Anteil an Versuchswürfen je Parität der Sau dargestellt. Die Zusammensetzung der Versuchswürfe hinsichtlich der Wurfzahl erwies sich in GH und MD als sehr ähnlich. Hier wurden vermehrt Jungsaugen in die Versuchsbuchten eingestallt (in GH exakt 25 % gemäß unterstelltem Remontierungsanteil und in MD auf Grund des Neuaufbaus des gesamten Betriebes rund 22 %). In HD waren die Sauen im Allgemeinen etwas älter.

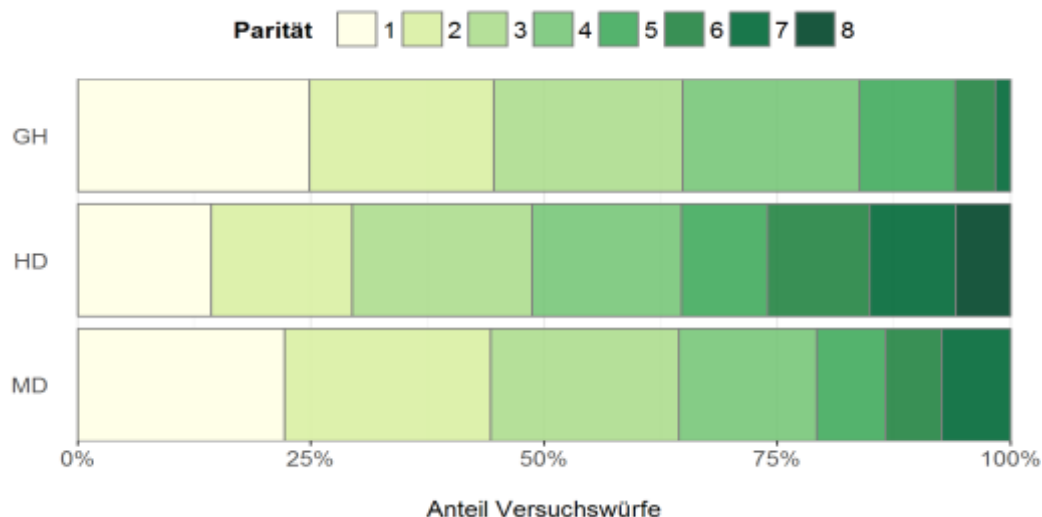


Abbildung 24: Zusammensetzung der Versuchswürfe hinsichtlich Parität der Sauen in den Betrieben Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD) und Medau (MD)

Für die weiteren Analysen wurden die Sauen anhand der Parität in drei Klassen eingeteilt:

- Jungsau (JS): Wurfnummer 1
- Altsau 1 (AS1): Wurfnummer 2-4
- Altsau 2 (AS2): Wurfnummer 5-8

Faktor „Tierbehandlungen“:

In den Stallkarten wurde zu jedem Wurf erhoben, ob Behandlungen der Sau bzw. der Ferkel durchgeführt wurden und aus welchem Grund/mit welchem Medikament (vgl. Kap. 3.6). Der Großteil der Ferkelbehandlungen betraf lediglich einzelne Ferkel des Wurfs und lieferte somit keine Aussage über den Gesundheitsstatus des gesamten Wurfs bzw. über die Änderung des Risikos einer Erdrückung für einen Wurf. In weiterer Folge wurden daher nur Ferkelbehandlungen auf Grund von Durchfall sowie die in Kap. 3.6 aufgezählten Sauenbehandlungen herangezogen.

Faktor „Stallklima“:

Der Zusammenhang von Quartal der Abferkelung und Stallklima wurde in einer Vorabanalyse mit den Stallklimadaten (Temperatur, Luftfeuchtigkeit; vgl. HEIDINGER et al. (2017)) der Betriebe GH und HD untersucht. Bei diesen deskriptiven Analysen konnten jahreszeitliche Unterschiede hinsichtlich der Stalltemperatur festgestellt werden. Um diese Unterschiede im Stallklima miteinzubeziehen, ohne einzelne Klimaparameter auszuwählen, wurde das Quartal der Abferkelung als möglicher Einflussfaktor in Betracht gezogen. Es handelt sich hierbei um einen Störfaktor, der berücksichtigt werden soll, um einen möglichen Confounder für den Effekt von FV und BT auszuschließen. Bei der Definition des Quartals wurden zwei Varianten in Betracht gezogen – für beide Varianten war der Monat des Abferkelns je Wurf entscheidend und beide Quartalsdefinitionen wurden in der Modellwahl berücksichtigt:

- „Quartal V1“
 - Q1: Jänner - März
 - Q2: April - Juni
 - Q3: Juli - September
 - Q4: Oktober - Dezember

- „Quartal V2“
 - Winter: Dezember - Februar
 - Frühling: März - Mai
 - Sommer: Juni - August
 - Herbst: September – November

3.7.4 Statistische Analysen und Modellierung

Die statistischen Auswertungen wurden mit der Statistik-Software R Version 3.3.2 (R CORE TEAM 2016) und den R packages "lme4" (BATES et al. 2015) und "ggplot2" (WICKHAM 2009) durchgeführt. Um den Einfluss von Fixierungsvariante und Buchtentyp auf die Ferkelmortalität zu untersuchen, wurde der Anteil an Ferkelverlusten je Wurf (bezogen auf die Lebendgeborenen nach Wurfausgleich) als Zielvariable in einem gemischten generalisierten linearen Modell herangezogen. Da es sich hier um Anteile handelte, wurden die „Binomialverteilung“ und der „Logit-Link“ für das Modell gewählt.

Fixe Effekte:

Neben der Dauer der Fixierung und dem Buchtentyp wurden weitere mögliche Einflussfaktoren in der Modellwahl berücksichtigt – diese umfassten:

- Wurfgröße
- Wurfnummer
- Quartal der Abferkelung
- Behandlungen der Sau
- Behandlungen der Ferkel

Die Faktoren wurden als fixe Effekte in der Modellwahl berücksichtigt. Zusätzlich wurden der Betrieb und die Sau-ID als zufällige Effekte ins Modell aufgenommen. Damit wurden mögliche

Abhängigkeiten von unterschiedlichen Würfen einer Sau bzw. von unterschiedlichen Sauen aus einem Betrieb entsprechend berücksichtigt. Dies geschah, da im Allgemeinen davon auszugehen ist, dass die Varianz zwischen Würfen einer Sau geringer ist als zwischen Würfen unterschiedlicher Sauen. Gleiches gilt für Würfe von Sauen aus einem Betrieb im Vergleich zu Würfen von Sauen aus unterschiedlichen Betrieben. Da jede Sau nur in einem Betrieb gehalten wurde (kein Handel zwischen den Betrieben), waren Sau-ID und Betrieb als genestete Faktoren zu berücksichtigen.

Fixierungsvariante (FV) sowie Buchtentyp (BT) sind kategorial und wurden mit den Referenzkategorien 0 (keine Fixierung) bzw. F (Flügelbucht) in der Modellwahl berücksichtigt. Für den BT wurde die Flügelbucht als Referenzkategorie gewählt, da die Anzahl der Beobachtungen in diesem Buchtentyp am höchsten (173 Würfe) und dieser BT in allen drei Forschungsbetrieben vertreten war.

Die Wurfgröße lag bei allen Versuchswürfen zwischen 6 und 20 Ferkeln mit einem Mittelwert von 13 Ferkeln. Für die Modellselektion wurde die Wurfgröße zentriert, d.h. anstelle der Wurfgröße wurde folgende Variable im Modell berücksichtigt:

$$Wurfgröße_{zentriert} = Wurfgröße - MW(Wurfgröße)$$

Hieraus ergeben sich Vorteile bei der Interpretation des Intercepts, falls die Wurfgröße im finalen Modell enthalten ist. Der Intercept würde bei Nicht-Zentrierung die erwartete Mortalitätsrate für einen Wurf mit 0 Ferkeln angeben. Bei Berücksichtigung der zentrierten Wurfgröße gibt der Intercept die erwartete Mortalitätsrate für einen Wurf mit durchschnittlicher Wurfgröße (13 Ferkel) an. Die Wurfzahl wurde für die Modellselektion sowohl als numerische als auch als kategoriale Variable (JS, AS1, AS2) in Betracht gezogen.

Für jede Behandlung (von Sauen bzw. Ferkeln) wurde eine „Dummy-Variable“ erstellt:

$$Behandlung_i = \begin{cases} 1, & \text{falls einmal im Wurf Behandlung } i \text{ durchgeführt wurde} \\ 0, & \text{falls Behandlung } i \text{ nicht im Wurf durchgeführt wurde} \end{cases}$$

Zusätzlich zu den Einzelbehandlungen wurde für Sauenbehandlungen auch ein Faktor „Gesamtbehandlung“ in die Modellwahl einbezogen:

$$Gesamtbehandlung_{sau} = \begin{cases} 1, & \text{falls zumindest eine Behandlung bei der Sau durchgeführt wurde} \\ 0, & \text{falls keine Behandlung der Sau im Wurf durchgeführt wurde} \end{cases}$$

Modelldefinition:

Das verwendete volle Modell ist wie folgt definiert (mit $\text{logit}(p) = \log(p/(1-p))$):

$$Y_i \sim \text{Binomial mit } E(Y_i) = \pi_i, \quad i = 1, \dots, N_{\text{Würfe}} \text{ (Wurf - ID)}$$
$$\text{logit}(\pi_i) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{i1} + \dots + \beta_p \cdot x_{ip} + b_{(i)} + s_{(i)}$$
$$b \sim N(0, \sigma_b^2), \quad s \sim N(0, \sigma_s^2)$$

$b_{(i)}$	zufälliger Betriebseffekt von Wurf i
$s_{(i)}$	zufälliger Sau-ID-Effekt von Wurf i
Y_i	Verlustrate je Wurf (folgt einer Binomialverteilung)
x_{ij} 's	fixe Effekte
β_1, \dots, β_p	Regressionskoeffizienten für die fixen Effekte
β_0	Intercept

Die Varianzkomponenten der zufälligen Effekte σ_b^2 und σ_s^2 können als Varianz in den Erdrückungsraten interpretiert werden, die auf den Betrieb bzw. die Sau zurückzuführen ist.

Modellwahl:

Als Kriterium für die Modellgüte wurde das Bayes'sche Informationskriterium (BIC) gewählt. Anhand einer Forward-Selection wurden relevante Faktoren für die Wahrscheinlichkeit eines Ferkelverlustes identifiziert. Beginnend mit dem einfachsten Modell (nur Intercept und zufällige Effekte enthalten) wird das Modell nach und nach jeweils um jene Variable erweitert, die zur deutlichsten Modellverbesserung führt. Jenes Modell mit dem geringsten BIC wurde als finales Modell ausgewählt. Die oben beschriebenen zufälligen Effekte wurden für die Modellwahl als gegeben angesehen.

Sämtliche Analysen wurden für folgende Situationen durchgeführt:

- VZR Gesamt, Verlustrate Gesamt je Wurf
- VZR Gesamt, Erdrückungsrate je Wurf
- VZR Kurz, Verlustrate Gesamt je Wurf

3.8 Differenzierung der Ferkelverluste und Analyse der Verlustursachen

Die in den unterschiedlichen Versuchsbuchten aufgetretenen Ferkelverluste sollten hinsichtlich Häufigkeit und Todesart (insbesondere durch Erdrückung verursachte Verluste) differenziert werden. In vorangegangenen Studien hatte sich herausgestellt, dass viele Ferkelverluste fehlinterpretiert werden (EDWARDS 2002) und dass die Einschätzung der Todesursache ausschließlich durch die TierbetreuerInnen keine zufriedenstellenden bzw. validen Ergebnisse liefert (VAILLANCOURT et al. 1990). Aus diesem Grund wurde im Projekt ein 3-stufiges Beurteilungssystem eingeführt, um die Verlustursachen und insbesondere aufgetretene Erdrückungen möglichst exakt abklären zu können:

- Eintrag des Ferkelverlustes in der Sauenkarte: durch das Betreuungspersonal im Stall unter Angabe des Datums und der vermuteten Verlustursache; vgl. Kap. 3.5
- Sektionsergebnis (vgl. Kap. 3.8.1)

- Video-Analyse: Detektion des Erdrückungsereignisses in den Videoaufzeichnungen – aus Gründen des Arbeitsumfangs nur von den Betrieben HD und GH; vgl. Kap. 3.9

Bei den anderen Verlustursachen (Totgeburt oder verendet; vgl. nachfolgendes Kap. 3.8.1) wurde bei Übereinstimmung der Bewertung des Betreuungspersonals mit dem Sektionsergebnis keine weitere Sichtung des Videomaterials vorgenommen. Stimmt die Einschätzung nicht überein und wurde ein Ferkel zumindest von BetreuerIn oder sezierendem Tierarzt als erdrückt klassifiziert oder lag ein zweifelhaftes Sektionsergebnis vor (Erdrückung konnte nicht explizit ausgeschlossen werden, Todesursache unklar oder Ferkel auf Grund fortgeschrittener Verwesung nicht beurteilbar), so wurde die tatsächliche Todesursache ebenfalls in den vorhandenen Videoaufnahmen ergründet. Für eine endgültige Entscheidung und Eingabe der Verlustursache in das Programm „Online-Sauenplaner“ bzw. für die Korrektur bei bereits erfolgter Dateneingabe wurde für die Betriebe GH und HD nach dem Entscheidungsbaum in Abbildung 25 vorgegangen.

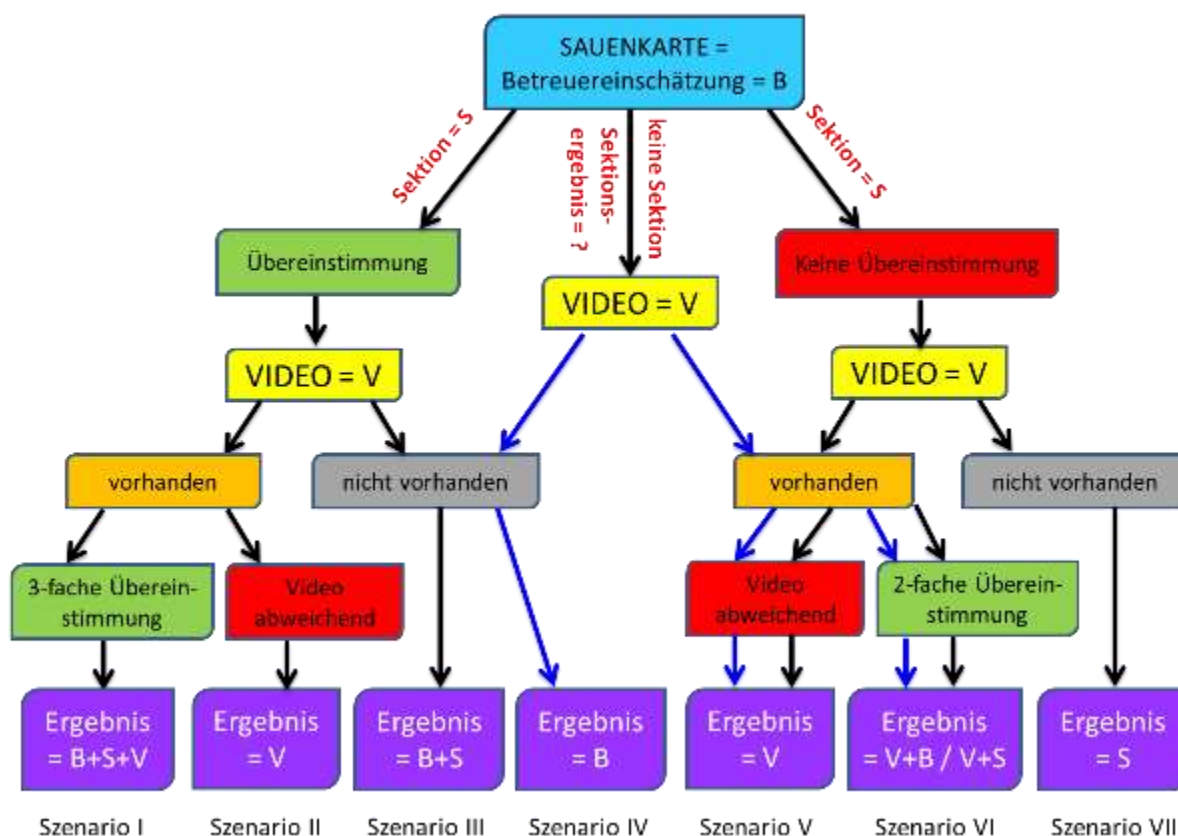


Abbildung 25: Entscheidungsbaum zur Festlegung der Ferkelverlustursache (B = BetreuerInneneinschätzung, S = Sektionsergebnis, V = Videoergebnis)

3.8.1 Pathoanatomische Untersuchungen der Ferkel (Sektionen)

Jedes tot in der Bucht aufgefundene Ferkel wurde zur Ergründung der Todesursache einer pathoanatomischen Untersuchung zugeführt (n = 2970). Die diesbezügliche Verteilung der seziierten Ferkel nach FV und Betrieb ist in Tabelle 10 ersichtlich. Die toten Ferkel wurden zunächst von der Betreuungsperson vor Ort in einem Plastiksack, der mit Sau-Nr., Datum des Fundes und vermuteter Todesursache zu beschriften war, tiefgekühlt. (Mumifizierte Tiere

wurden auf der Sauenkarte vermerkt, jedoch nicht für die pathoanatomische Untersuchung aufbewahrt. Die tiefgefrorenen Ferkel wurden von MitarbeiterInnen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in regelmäßigen Abständen von den Betrieben GH und HD abgeholt und in einen Gefrierraum der HBLFA Raumberg-Gumpenstein verbracht. Etwa alle sechs Wochen wurde die Sektion der tags zuvor aufgetauten Ferkelleichen (60-70 Stück) durch einen Tierarzt (Dr. Johann Gasteiner) vorgenommen. Die Daten der Untersuchung wurden in einem Protokoll handschriftlich festgehalten (Anhang 10.3) und nachfolgend in das Programm Microsoft Excel (Microsoft Office Professional Plus 2010 mit 32bit) übertragen. In MD wurde nach gleichem Schema vorgegangen und die pathoanatomischen Untersuchungen durch TierärztInnen der Schweineklinik vor Ort vorgenommen.

Tabelle 10: Verteilung sezierter Ferkel der drei Forschungsbetriebe Gießhübl (GH), Hatzendorf (HD), und Medau (MD) nach Fixierungsvariante (FV)

	GH	HD	MD
FV 0	293	142	315
FV 3	261	121	323
FV 4	184	103	217
FV 6	205	162	210
Sezierte Ferkel aus vom Versuch ausgeschlossenen Wurfen	179	62	193
Gesamt	1122	590	1258

Das Prozedere der Untersuchung war für alle Ferkel gleich und lief wie folgt ab: Zunächst wurde die Aufschrift des Plastiksackes protokolliert und das Geschlecht festgehalten. Anschließend wurde das Ferkel gewogen und die Nacken-Steiß-Länge (GH und HD) bzw. Scheitel-Steiß-Länge (MD) vermessen. Die Beschaffenheit des Nabels, das Vorhandensein von Eihäuten und der Ernährungszustand wurden festgehalten.

Um zu ergründen, ob es sich beim vorliegenden Ferkel um eine Totgeburt handelte, wurden die Klauen auf das Vorhandensein von „Slippers“ (Epinychia = weiche Kappen an den Klauen zum Schutz des Geburtskanals vor Verletzungen, Abbildung 26) untersucht. Bei Ferkeln, die lebend geboren werden, nutzen sich diese „Klauenschuhe“ bei der Fortbewegung rasch nach der Geburt ab. Darüber hinaus wurde eine Probe der Lunge entnommen und getestet, ob diese in Wasser schwimmt, was auf Ventilierung und Atmungsaktivität hinweist, wodurch eine Totgeburt auszuschließen war (Abbildung 27). Bei jenen Ferkeln, die als lebend geboren klassifiziert wurden, wurde zusätzlich das Vorhandensein von Magen- und/oder Darminhalt erhoben (keine getrennte Erfassung des Magen- und Darminhalts) und der Körper auf äußere und innere Hämatome hin untersucht (mittels Hautschnitten und Eröffnung der Körperhöhle). Entscheidend für die weiteren Videoanalysen (vgl. Kap. 3.9) und Auswertungen der Produktionsdaten in Bezug auf den Einfluss von Buchtentyp und Fixierungsvariante auf die Ferkelsterblichkeit war die eindeutige Detektion erdrückter Ferkel. Diese Ferkel wiesen typische Merkmale wie Hämatome in der Unterhaut und/oder Muskulatur, Blutungen in der Brust-/Bauchhöhle, Blutungen aus dem Rüssel und/oder dem Maul, Knochenbrüche und dislozierte Gelenke auf (Abbildung 28 und Abbildung 29). Hämatome bei lebend geborenen Ferkeln lassen somit auf ein vorausgegangenes Trauma und somit einen Erdrückungsfall schließen.

Diese Hämatome sind jedoch von jenen Hämatomen abzugrenzen, die meist im Schädelbereich von Totgeburten auftreten (Geburtshämatome; vgl. WEBER (2014)). Bei erdrückten Ferkeln waren auch häufig Merkmale wie zyanotische Schleimhäute oder Lungenemphyseme in Folge eines Erstickungstodes durch Erdrücken und ebenso Blutungen in der Körperhöhle in Folge des Traumas zu beobachten. Konnte eine Erdrückung bei der Sektion nicht zweifelsfrei festgestellt oder ausgeschlossen werden, wurden diese Fälle ebenso wie alle eindeutigen Erdrückungsfälle einer Videoanalyse unterzogen (vgl. Kap. 3.9).

Als Sektionsergebnis wurde angegeben, ob das Ferkel „verendet“ war (Code 1; umfasste alle Verluste unter den lebend geborenen Ferkeln exkl. Erdrückungen), „erdrückt“ (Code 2) oder „tot geboren“ (Code 3) wurde. Alle Auffälligkeiten sowie Fehl- und Missbildungen (Hydrocephalus, Unterkieferverkürzungen, Beinfehlstellungen, Afterlosigkeit etc.) bzw. Organveränderungen (Lungenemphysem, Auffälligkeiten des Verdauungstraktes etc.) wurden im Feld „Anmerkungen“ protokolliert.



Abbildung 26: Slippers (Klauenenschutzschuhe, Epinychia) an den Klauen eines tot geborenen Ferkels



Abbildung 27: Schwimmtest von Lungenproben eines lebend (schwimmend) und tot geborenen Ferkels (abgesunken)



Abbildung 28: Erdrücktes Ferkel mit massivem Schädelhämatom



Abbildung 29: Erdrücktes Ferkel mit Schädelbruch

3.8.2 Datengrundlage und Aufbereitung der Sektionsdaten

Für die weiterführenden Analysen der Sektionsdaten wurden ausschließlich die Daten von sezierten Ferkeln der Betriebe GH und HD herangezogen. Alle Sektionen von Ferkeln aus GH und HD wurden durch einen einzigen Tierarzt vorgenommen; in MD wurden Ferkel von mehreren unterschiedlichen TierärztInnen seziert. Um allfällige Unterschiede zwischen den BeobachterInnen ausschließen zu können, wurde der Datensatz daher für die statistische Analyse der Sektionsdaten von drei auf zwei Betriebe eingeschränkt. Darüber hinaus war das Management im Betrieb MD hinsichtlich der Euthanasie von moribunden Ferkeln unterschiedlich zu GH und HD, weshalb ein Ausschluss dieser Daten erforderlich war.

In Summe wurden 1712 Ferkel (aus 416 Versuchswürfen von 247 verschiedenen Sauen) berücksichtigt, wobei 241 Ferkel aus vom Versuch ausgeschlossenen Würfen stammten (vgl. Tabelle 10) und daher nicht in die weiteren statistischen Analysen einbezogen wurden. Insgesamt (inkl. vom Versuch ausgeschlossener Würfe) wurden 69 Ferkel – 43 aus GH und 26 aus HD – zwar in den Stallkarten aufgezeichnet und/oder im Videomaterial detektiert, jedoch nicht eingefroren und somit keiner Sektion unterzogen. Die aufgetretenen Differenzen zwischen der Anzahl der Ferkel, die einer Sektion unterzogen wurden und der Anzahl tot aufgefundener Ferkel laut Aufzeichnungen in der Sauenkarte lassen sich wie folgt erklären:

- Euthanasierte Ferkel mussten nicht eingefroren, sondern lediglich der Grund der Nottötung in der Sauenkarte vermerkt werden.
- Ferkel konnten nicht eingefroren werden, da die Gefriereinheit ausgefallen oder die Kapazitäten erschöpft waren.
- Tot aufgefundene Ferkel wurden zwar korrekt eingefroren, aber anschließend vergessen, diese auf der Sauenkarte zu vermerken.

Zur Aufklärung und Zuordnung zweifelhafter Fälle wurde das Videomaterial herangezogen: Lagen Differenzen in den Aufzeichnungen der Sauenkarte und der Zahl tatsächlich abgesetzter Ferkel (laut Protokollierung des Erhebungspersonals am Absetztag) vor und waren diese Ferkel auch nicht bei der Sektion, so konnten durch Sichtung des Videomaterials in einigen Fällen die Verluste aufgefunden und nachvollzogen werden. So wurden beispielsweise zwei Ferkel erdrückt und noch vor Auffinden durch das Betreuungspersonal von der Sau aufgefressen. Konnten die Differenzen jedoch nicht eindeutig geklärt werden, wurden diese Würfe vom Versuch bzw. den weiteren Auswertungen ausgeschlossen.

Die handschriftlichen Aufzeichnungen aus dem Sektionsprotokoll (siehe Anhang 10.3) wurden für die weiteren Auswertungen in das Programm Microsoft Excel (Microsoft Office Professional Plus 2010 mit 32bit) übertragen. Hierbei wurden die im Sektionsprotokoll handschriftlich festgehaltenen Auffälligkeiten ebenso übernommen und nachfolgend in Kategorien unterteilt bzw. codiert (Ja/Nein):

- Hämatome und Brüche
- Anomalien
- Abschürfungen, Bisse und Wunden
- plattgedrückt (schwere Körperdeformation infolge Kompression)
- Bein-/Klauenverletzungen
- Lungenveränderungen
- Blutungen aus Rüssel/Maul

Der Ernährungszustand und der Nabelzustand wurden im Rahmen der Sektionen qualitativ beurteilt. Hierbei kam es jedoch gelegentlich zu unzuverlässigen Angaben (fehlerhafte bzw. umgekehrte Verwendung der Beurteilungsskala), weshalb diese beiden Beurteilungen als invalide Variablen nicht für die weiteren Auswertungen in Frage kamen. Um dennoch eine Aussage über den körperlichen Zustand der Ferkel treffen zu können, wurde ein Zusammenhang zwischen dem Ferkelgewicht (Körpermasse KM, in kg) und der Körperlänge (Nacken-Steiß-Länge NSL, in m) hergestellt und die Variable „Entwicklungszustand“ (EZ, in kg/m²) definiert:

$$EZ = KM / NSL^2$$

Zusätzlich wurden die Sektionsdaten für die weiterführende Analyse um folgende Informationen aus den Produktionsdaten, Behandlungsdaten bzw. aus der Analyse der Erdrückungsereignisse ergänzt:

- Geburtsdatum
- Datum des Stand-Schließens (= Fixierungsdatum)
- Zeitlicher Abstand zwischen Fixierung der Sau ante oder post partum und Geburt (Code „Fix-Geb“): Differenz aus Fixierungsdatum und Geburtsdatum (in Tagen)
- Ferkelalter: Differenz aus Todesdatum und Geburtsdatum bzw. Alter zum Zeitpunkt der Erdrückung gemäß Videoanalyse (in Tagen)
- Wurfzahl der Sau
- Standsituation: Stand zum Zeitpunkt des Erdrückungsereignisses (Information gemäß Videoanalyse) bzw. gemäß Todesdatum bei nicht-erdrückten Ferkeln (rechnerisch basierend auf den Schließ- und Öffnungsinformationen des Standes) geöffnet oder geschlossen und somit Sau frei beweglich oder fixiert
- Behandlung der Sau: Codierung für MMA, Lahmheit, Stresnil-Verabreichung, Oxytocingabe
- Behandlung im Wurf auf Grund von Ferkeldurchfall: Ja/Nein (1/0)

Die beiden Merkmale „Fix-Geb“ und „FV“ wurden kombiniert (neue Variable „Fix.Geb.Code“). Es sollte damit untersucht werden, ob durch den zeitlichen Abstand zwischen Fixierung der Sau (ante oder post partum) und Geburt bzw. ohne Fixierung (FV 0) im Zusammenspiel mit der jeweiligen Fixierungsvariante Unterschiede in der relativen Häufigkeit der definierten Todeskategorien erklärt werden können:

- FV0: Sau immer frei (Fix-Geb = NA)
- FV3/-1p.p.: Geburt am Kalendertag vor der Fixierung bzw. Fixierung am Kalendertag nach der Geburt (Fixierung post partum)
- FV3/0p.p.: Geburt am Kalendertag der Fixierung bzw. Fixierung am Kalendertag der Geburt (Fixierung post partum)
- FV4-6/0a.p.: Fixierung am Kalendertag der Geburt (Fixierung ante partum)
- FV4-6/1a.p.: Fixierung am Kalendertag vor der Geburt (Fixierung ante partum)
- FV4-6/≥2a.p.: Fixierung 2 oder mehr Kalendertage vor der Geburt (Fixierung ante partum)

Die Datenverteilung für die Variable „Fix.Geb.Code“ ist unterschieden nach den drei Todeskategorien in Anhang 10.4.1 ersichtlich.

3.8.3 Statistische Analysen und Modellierung

3.8.3.1 *Multinomiales Modell*

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe der Statistik-Software R Version 3.5.1 (R CORE TEAM 2018) vorgenommen. Ziel war es, signifikante Unterschiede in der Auftretenshäufigkeit der drei Todesarten „verendet“ (Code 1), „erdrückt“ (Code 2) und „tot geboren“ (Code 3) in Abhängigkeit von äußeren, ferkel- und saubezogenen Faktoren zu identifizieren. Hierfür wurde ein multinomiales Modell mit den drei Todeskategorien als abhängige Variablen gewählt (AGRESTI 2018). Für die Modellrechnungen kam das R package „mclgfit“ Version 0.6.1 (ELFF 2018) zur Anwendung. Als fixe Faktoren wurden im Modell folgende kontinuierliche und kategoriale Variablen berücksichtigt:

- Betrieb
- Entwicklungszustand
- Wurfzahl
- Standsituation
- Oxytocin
- Behandlung der Sau
- Durchgang
- Geschlecht
- Buchtentyp
- Fix.Geb.Code

Sämtliche „vollständig erklärenden Variablen“ – d.h. Merkmale, die eine bestimmte Todesart allumfassend (z.B. Totgeburten können per definitionem keine ventilierte Lunge aufweisen) oder fast ausschließlich beschreiben, wurden nicht ins Modell aufgenommen:

- Ferkelalter
- Slippers
- Eihäute
- Durchfallbehandlung im Wurf (nicht einzeltierbezogen)
- Magen-/Darminhalt
- Lunge ventiliert
- Lungenveränderungen und/oder erstickt
- Blut aus Rüssel und/oder Maul
- Bein-/Klauenverletzungen
- Abschürfungen, Bisse, Wunden
- Hämatome, Brüche
- Plattgedrückt
- Anomalie

Die Sau-ID (tierindividuelle Kennung) konnte nicht als zufälliger Effekt ins multinomiale Modell aufgenommen werden, da auf Grund der Datenstruktur Konvergenzprobleme auftraten (nicht alle Todesursachen waren in den einzelnen Saunummern ausgeprägt). In Summe gingen die Daten von 1422 sezierten Ferkeln in die Modellrechnung ein.

Modelldefinition:

Die Modellwahl erfolgte mittels Stepwise Forward Selection unter Anwendung des BIC. Das verwendete Modell lässt sich wie folgt beschreiben:

$$Y_{ij} \sim \text{Multinomial}$$

$$\log\left(\frac{P(Y_{ij} = r)}{P(Y_{ij} = 1)}\right) = \beta_{r,0} + \sum_{k=1}^m \beta_{r,k} \cdot x_{k,ij}$$

$$r = 2,3$$

$$i = 1,2, \dots, n_{\text{Würfe}}$$

$$j = 1,2, \dots, n_{\text{Sau.Nr}}$$

$Y_{ij} = r$	Todesursache r für Wurf i und Sau-Nr. j
$Y_{ij} = 1$	Todesursache 1 (<i>Baseline</i>) für Wurf i und Sau-Nr. j
$x_{k,ij}$	fixe Effekte
$\beta_{r,1}, \dots, \beta_{r,k}$	Regressionskoeffizienten für die fixen Effekte
$\beta_{r,0}$	Intercept

Als Referenzkategorie wurde die Todesursache „verendet“ ($r = 1$) gewählt. Geschätzt wurden also die Koeffizienten $\beta_{2,k}$ für die Log-Odds der Todesursache „erdrückt“ ($r = 2$) sowie die Koeffizienten $\beta_{3,k}$ der Todesursache „Totgeburt“ ($r = 3$) relativ zur Todesursache „verendet“. Das Signifikanzniveau wurde mit $\alpha = 0,05$ definiert.

3.8.3.2 Binomiales Modell

Da beim Vergleich der drei Todesarten „verendet“ (Code 1), „erdrückt“ (Code 2) und „tot geboren“ (Code 3) im multinomialen Modell viele der erhobenen Faktoren nicht berücksichtigt werden konnten, weil diese z.B. die Kategorie Totgeburt vollständig erklärten, wurde in einem Folgeschritt der gesamte Datensatz auf die Todeskategorien „verendet“ und „erdrückt“ eingeschränkt. Ziel war es, einen Vergleich zwischen den beiden Todeskategorien anzustellen, deren gemeinsame Ausgangsbasis ein lebendes Ferkel darstellte und diese in Abhängigkeit der erhobenen Variablen in einem binomialen Modell (DOBSON 1990) zu modellieren. Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe der Statistik-Software R Version 3.5.1 (R CORE TEAM 2018) unter Anwendung des R packages „glm“ vorgenommen. Als fixe Faktoren wurden im binomialen Modell alle zehn bereits im multinomialen Modell berücksichtigten Variablen und zusätzlich die zuvor ausgeschlossenen 12 die Todeskategorie Totgeburt (fast) vollständig erklärenden Variablen einbezogen (in Summe 22 Variablen; exklusive „Lunge ventiliert“ als erklärendes Merkmal für alle lebenden Ferkel).

Im binomialen Modell wurde aus Gründen der Konsistenz die Sau-ID ebenfalls nicht ins Modell aufgenommen. Darüber hinaus ergab der Vergleich von Modellrechnungen unter Einbezug bzw. Ausschluss der Sau als zufälligen Effekt keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich der

Ergebnisse. Der für die Modellschätzungen herangezogene finale Datensatz umfasste 994 Beobachtungen.

Modelldefinition:

Die Modellwahl erfolgte mittels Stepwise Forward Selection unter Anwendung des BIC. Das verwendete Modell lässt sich wie folgt beschreiben:

$$Y_{ij} \sim \text{Binomial}$$

$$\log\left(\frac{P(Y_{ij} = 1)}{P(Y_{ij} = 0)}\right) = \beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_k \cdot x_{k,ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, n_{\text{Würfe}}$$

$$j = 1, 2, \dots, n_{\text{Sau.Nr}}$$

$Y_{ij} = 1$ Todesursache 1 für Wurf i und Sau-Nr. j (folgt einer Binomialverteilung)

$Y_{ij} = 0$ Todesursache 0 für Wurf i und Sau-Nr. j

$x_{k,ij}$ fixe Effekte

β_1, \dots, β_k Regressionskoeffizienten für die fixen Effekte

β_0 Intercept

Als Referenzkategorie wurde die Todesursache „verendet“ (Code 0) gewählt. Geschätzt wurden daher die Koeffizienten β_k für die Log-Odds der Todesursache „erdrückt“ (Code 1) relativ zur Todesursache „verendet“. Das Signifikanzniveau wurde mit $\alpha = 0,05$ definiert.

3.9 Videoanalyse der Erdrückungsereignisse

Die Analyse der Erdrückungsereignisse anhand von Videoaufzeichnungen sollte Aufschluss darüber geben, ob in gewissen Bereichen der einzelnen Buchtentypen Erdrückungen mit besonderer Häufung auftreten („neuralgische Punkte“), um daraus Empfehlungen für Anpassungsschritte (beispielsweise Einbau einer zusätzlichen Abweisstange etc.) in den Buchttypen abzuleiten. Des Weiteren sollten jene Verhaltensmuster von Sau und Ferkeln analysiert werden, welche zu Erdrückungen geführt hatten.

3.9.1 Datenerhebung zu den Erdrückungsereignissen

Die Erhebungen und Auswertungen in diesem Zusammenhang erfolgten aus Gründen des Arbeitsumfangs ausschließlich für die Betriebe GH und HD. Über jeder Bucht in HD und GH wurde eine Kamera (Netzwerkamera Sony IPELA SNC-CH140) mit wasser- und staubdichtem Gehäuse so montiert, dass die Sau im fixierten Zustand von (schräg) hinten beobachtet und somit jedenfalls Geburtsbeginn und -ende nachverfolgt werden konnten.

Die Aufzeichnung des Videomaterials wurde mit Hilfe des Programms „Geovision Inc. Multicam Surveillance System“ (Version 8.5.6.0) der Vertriebsfirma Videosecur mit einer Bildrate von 30 fps vorgenommen. Der Datenaufzeichnungs-PC war in einem eigenen, verschließbaren Serverschrank direkt am Betrieb untergebracht, zu dem aus sicherheitstechnischen Gründen ausschließlich befugtes Projektpersonal Zugang hatte.

In GH wurden die Daten der 16 Kameras eines jeden Durchgangs auf einer externen Festplatte mit 3 TB (im späteren Versuchsverlauf mit 4 TB) Speicherkapazität aufgezeichnet. In HD wurde für die Aufzeichnungen der sechs montierten Kameras eine externe Festplatte mit 2 TB verwendet, deren Kapazität für die Speicherung von jeweils zwei Durchgängen ausreichte. In Summe wurden Videoaufzeichnungen im Umfang von rund 120 TB erstellt.

Die Videoaufnahmen wurden ca. 2-3 Tage vor dem errechneten Geburtstermin der Abferkelgruppe gestartet und erstreckten sich über insgesamt zehn bis elf Tage (Abbildung 30). In diesen Aufnahmezeitraum fiel durchschnittlich die erste Lebenswoche der Ferkel und deckte somit jenen Zeitraum ab, in dem die kritische Lebensphase der Saugferkel und somit die meisten Erdrückungsfälle vermutet wurden. Für die Nachtaufzeichnungen blieb in den Abteilen, wie bereits vor den Untersuchungen betriebsüblich, eine „Not- oder Orientierungsbeleuchtung“ eingeschaltet (jede zweite Beleuchtungseinheit eingeschaltet bzw. betriebsspezifische Nachtbeleuchtung).

		Geb. Geb. Geb.										Video- Stopp	Video- Stopp	Speicher- kapazität
		MO	DI	MI	DO	FR	SA	SO	MO	DI	MI			
Aufnahmetag		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
HD: 6 Buchten	LT	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7		2 TB
GH: 16 Buchten	LT	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7		3-4 TB

Abbildung 30: Schematische Darstellung der Videoaufnahmezeiten in den Betrieben Gießhübl (GH) und Hatzendorf (HD); LT = Lebenstag, TB = Terabyte, MO-SO = Wochentage

Basierend auf dem Abgleich der BetreuerInneneinschätzung mit den Sektionsdaten wurden nachfolgend jene Videosequenzen im gesamten Videomaterial detektiert, bei denen die Ferkel übereinstimmend mit der Todesursache „erdrückt“ klassifiziert worden waren bzw. die Todesursache in den Videoaufnahmen ergründet, wenn die Einschätzungen divergierten (vgl. Kap. 3.8).

Als Erdrückung wurden jene Ereignisse gewertet, bei denen Ferkel durch ein physisches Trauma verstarben und entweder sofort sichtbar (Ferkel noch teilweise unter der Sau sichtbar) oder nach erfolgtem Positionswechsel der Sau tot zum Vorschein kamen (vgl. VIEUILLE et al. 2003, WISCHNER et al. 2009b). Somit war für die Detektion und Auswertung des entsprechenden Erdrückungsereignisses das Vorhandensein eines tot im Bild sichtbaren Ferkels obligat. Ferkel, welche unter der Sau eingeklemmt wurden und sich nachfolgend befreien konnten, wurden nicht weiterverfolgt.

Im Betrieb GH wurden über alle 28 Durchgänge hinweg und in HD in 22 von 23 Abferkeldurchgängen Videoaufzeichnungen vorgenommen (die Aufzeichnung in DG 3 war auf Grund eines technischen Defekts nicht möglich). Nach Ausschluss jener Würfe, die nicht den zuvor festgelegten Versuchs- und Managementkriterien (siehe Anhang 10.1) entsprachen, wurden 114 bzw. 371 Würfe aus HD bzw. GH für die Sequenzsuche hinsichtlich der Erdrückungsereignisse herangezogen.

Da das Stallklima für das videotechnische Equipment eine hohe Belastung darstellte (Staub, Feuchtigkeit, Ammoniak), kam es während der Aufzeichnungen gelegentlich zu Ausfällen von mehreren Stunden bis Tagen. Erdrückungsereignisse, welche in diesen Zeitraum fielen, konnten naturgemäß nicht ausgewertet werden. Darüber hinaus war es nachts insbesondere im Betrieb HD zum Teil auf Grund schlechter Ausleuchtung der Buchten und der daraus

resultierenden ungünstigen Licht-Schattenverhältnisse nicht möglich, ein Erdrückungsereignis zweifelsfrei festzustellen; häufig war das tote Ferkel erst am Morgen nach dem Einschalten der Stallbeleuchtung sichtbar. In Summe konnten 650 Erdrückungssequenzen detektiert werden. Dies entspricht 140 Sequenzen oder 71,8 % der potenziellen Erdrückungsfälle aus HD (inkl. Fälle zum Zeitpunkt eines Videoausfalls oder außerhalb des Aufnahmezeitraums) und 510 Sequenzen oder 82,1 % der potenziellen Erdrückungsfälle aus GH (inkl. Fälle zum Zeitpunkt eines Videoausfalls oder außerhalb des Aufnahmezeitraums). Diese wurden hinsichtlich folgender Parameter analysiert und die Daten in eine speziell dafür programmierte Eingabemaske im Programm „Microsoft Access“ (Microsoft Access Professional Plus 2010 32bit) eingegeben:

- Daten zur eindeutigen Zuordnung/Identifikation des Ferkels: Lfd.Nr. im Sektionsprotokoll, Datum des Erdrückungsereignisses, Sau-Nr. (Sau-ID), Wurfzahl der Sau, Betrieb
- Alter des Ferkels: Differenz aus Geburtsende des Wurfes und Zeitpunkt des Erdrückungsereignisses in Tagen
- Informationen zur Bucht: Buchtentyp, Buchten-Nr., Zustand des Abferkelstandes (geöffnet oder geschlossen)
- Verhalten der Sau (Definitionen siehe Anhang 10.5.1 und 10.5.2)
- Körperbereich der Sau (Definitionen siehe Anhang 10.5.3)
- Ausgangsposition, Kontakt zur Sau, Verhalten und Körperbereich des betroffenen Ferkels zum Zeitpunkt des Ereignisses (Definitionen siehe Anhang 10.5.4)
- Nutzung/Beteiligung der Buchteneinrichtung sowie Buchtenbereich („Todesort“; siehe Skizzen in Anhang 10.5.5)

Ergänzend wurde angemerkt, ob die Sau während ihres Aufenthalts in der Abferkelbucht eine Lahmheit aufwies (beurteilt zum Einstellen, in der 1. und 3. Lebenswoche der Ferkel; vgl. HEIDINGER et al. (2017)). In den untersuchten Buchtentypen konnten grundsätzlich folgende Buchtenbereiche oder -elemente in einen Erdrückungsvorgang involviert sein und wurden je nach Buchtentyp wie folgt unterteilt (vgl. „Buchtenzonen“ gemäß Skizzen in Anhang 10.5.5):

- Vordere Abferkelstand- bzw. Trogabstützung/Trogbereich
- Hintere Abferkelstandabstützung
- Bestandteile des Abferkelstandes/Abliegebretts (seitliche Begrenzungsrohre/-fläche inkl. Abweisholmen und hintere Abferkelstandtüre)
- Buchtenwände (ohne Abweiseinrichtungen)
- Abweissvorrichtungen an den Buchtenwänden
- Bodenfläche bei geschlossenem Stand sowie im freien Bewegungsbereich

Bei geschlossenem Abferkelstand wurde unterschieden, ob die Erdrückung im vorderen (Zone 6a) oder hinteren (Zone 6b) Standbereich, im Trogbereich (Zone 3; Zonengrenze 10 cm um den Trog) oder im Bereich der hinteren Standabstützung (Zone 2; Zonengrenze 10 cm um die Abstützung) stattfand. Bezüglich der Standseitenteile bzw. Standtüren (Zone 1) oder des Abliegebretts (nur SWAP-Bucht) wurde erhoben, ob diese direkt durch Einklemmen („Dagegendrücken“) des Ferkels zwischen Sau und Standmaterial zu einer Erdrückung führten. Bei geöffnetem Stand erweiterten sich die Zonen zusätzlich um die Abweisstangen an der

Buchtenwand (Zone 4) sowie Buchtenwände ohne Abweiseinrichtung (Zone 5). Der Bewegungsbereich (Zone 7a, 7b und 7c) der Sau wurde definiert als jener Bereich, der bis auf 10 cm Entfernung an die Zonen 1-5 heranreicht. „Berührte“ der Körper des toten Ferkels eine dieser Zonengrenzen wurden die Zonen 1-5 als „Todesort“ angegeben. Fiel der Todesort des Ferkels auf den Übergangsbereich zwischen den Zonen 7a-c, so wurde jene Zone angeführt, in welcher der Großteil des Ferkelkadavers lag.

Des Weiteren wurde vermerkt, ob das Ferkel während eines Abliegevorgangs oder im Zuge eines Liegepositionswechsels zwischen Sau und Buchteneinrichtung (z.B. Abstützungen, Abweiseinrichtungen) eingeklemmt wurde und deshalb zu Tode kam. Auch konnten Situationen des Einklemmens von Ferkeln zwischen Sau und Buchteneinrichtung/Boden ohne vorangegangenes Abliegen oder Liegepositionswechsel z.B. durch Beinbewegungen der Sau im Liegen auftreten (vgl. Kap. 2.6.1) – diese wurden unter „Sonstige Tierbewegungen“ vermerkt (vgl. Anhang 10.5.1). Auf Grund der Kameraeinstellung konnte es vorkommen, dass zwar die betroffene Zone klar zu definieren, die tatsächliche Beteiligung der jeweiligen Struktur im entsprechenden Vorgang jedoch nicht eindeutig erkennbar war.

3.9.2 Datenaufbereitung und -auswertung der Erdrückungsereignisse

Die Daten der 650 analysierten Erdrückungssequenzen wurden aus dem Programm Microsoft Access (Microsoft Access Professional Plus 2010 32bit) in eine Excel-Tabelle (Microsoft Office Professional Plus 2010 mit 32bit) exportiert und nachfolgend mit Hilfe der Statistik-Software „R“ Version 3.3.2 (R CORE TEAM 2016) und dem R package „cluster“ (MAECHLER et al. 2017) ausgewertet. Zur Charakterisierung von Erdrückungsereignissen wurde eine Clusteranalyse vorgenommen. Dabei wurden einander im Hinblick auf die Variablenausprägungen ähnliche Beobachtungen unter Anwendung der Gower-Distanz (für gemischt-skalierte Variablen) und des Partitioning Around Medoids (PAM) Algorithmus (REYNOLDS et al. 2006) jeweils in Clustern zusammengefasst. Die Anzahl der Cluster wurde anhand des Silhouettenkoeffizienten (ROUSSEEUW 1987) festgelegt (optimale Cluster-Anzahl bei größtmöglicher Ähnlichkeit innerhalb eines Clusters). Die Anzahl der maximal möglichen Cluster wurde auf 20 beschränkt, um die Interpretationsmöglichkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Die Unterschiede in den Variablenausprägungen zwischen einzelnen Clustern lassen Rückschlüsse auf jene Faktoren zu, welche charakterisierend für bestimmte Erdrückungsvorgänge sind.

Die Clusteranalyse wurde für die Ausgangssituationen „Abferkelstand geöffnet“ und „Abferkelstand geschlossen“ getrennt durchgeführt. Jene Verhaltensparameter, die nur im Zusammenhang mit einer Bewertung ausgehend von den Sauen-Ausgangspositionen „Stehen“ und „Abliegen aus dem Sitzen“ vorgesehen waren, wurden hierbei ausgeschlossen (Parameter im Kontext des Pre-lying behaviours bzw. des Beachtens der Ferkel durch die Sau und des Gruppierens der Ferkel).

Eine Auswertung zum Verhaltenskomplex der Interaktion zwischen Sau und Ferkeln wurde daher für die Ausgangspositionen „Stehen“ – ebenfalls differenziert nach geöffnetem oder geschlossenem Abferkelstand – gesondert vorgenommen. Im Zuge der Analysen bezüglich der Interaktion zwischen Sau und Ferkel für die Ausgangsposition „Stehen“ wurden folgende Variablen berücksichtigt:

- Verhalten vor dem Abliegen (Pre-lying behaviour)
- Buchtenzone
- Ferkel beachtet

- Ferkelausgangsposition
- Gruppierung (Gruppierungs-Levels „aktiv“ und „passiv“ wurden für die Clusteranalyse zusammengefasst)
- Gruppenmitglied
- Kontakt zur Muttersau
- Körperpartie der Sau
- Lahmheit der Sau
- Aktion der Sau

4 ERGEBNISSE

Nachfolgend werden zunächst die allgemeinen Ergebnisse zu Produktions- und Behandlungsdaten dargestellt und anschließend detailliert auf die Ergebnisse zu den drei Fragestellungen – Analyse der Ferkelmortalität, der Sektionsdaten und der Erdrückungsereignisse – eingegangen.

4.1 Produktionsergebnisse

Eine deskriptive Darstellung der Produktionsdaten aller drei Forschungsbetriebe soll einen ersten Überblick zu den tierischen Leistungen bzw. Verlustraten bieten (Tabelle 11 und Tabelle 12). Die in Tabelle 11 dargestellten Werte umfassen nur jene Würfe, die für den gesamten Versuchszeitraum relevant waren (Tag der Geburt bis zum mindestens 17. LT der Ferkel; vgl. Beschreibung in Kap. 3.7.3). Die mittleren Ferkelverluste geben den durchschnittlichen Anteil an Verlusten je Wurf wieder. Wie in Tabelle 12 ersichtlich ist, traten in den Forschungsbetrieben in 14-26 % der Würfe im gesamten VZR keine Ferkelverluste und bei rund einem Drittel der Würfe keine Erdrückungen auf. Der höchste Anteil an Würfen ohne Erdrückungen wurde mit 37 % im Betrieb GH beobachtet. Die Unterscheidung nach Todesursache macht deutlich, dass Verluste durch Erdrücken mit 67,8 % die Hauptursache für Ferkelverluste unter den lebend geborenen Ferkeln in den drei Forschungsbetrieben darstellten (Abbildung 31).

Tabelle 11: Produktionsdaten (Rohdaten) der teilnehmenden Forschungsbetriebe für Würfe, die für den gesamten Versuchszeitraum herangezogen wurden; Hatzenhof = HD, Gießhübl = GH, Medau = MD; Standardabweichung in Klammer angeführt

	HD	GH	MD
Würfe (n)	119	370	149
Mittlere Trächtigkeitsdauer (Tage)	115,8 (1,3)	115,1 (1,3)	115,2 (1,5)
Mittlere Säugezeit (Tage)	27 (2,4)	20 (1,4)	26 (2,8)
Mittlere Wurfzahl (n)	4 (2,1)	3 (1,6)	3 (1,8)
Mittlere Wurfgröße nach Versetzen	14 (2,4)	12 (1,7)	14 (2,5)
Lebendgeborene (n)	1640	4481	2009
Totgeborene (n)	193	231	151
Versetzt Plus (n)	54	481	76
Versetzt Minus (n)	62	385	66
Abgesetzte (n)	1288	3844	1516
Mittlere Ferkelverlustrate je Wurf bezogen auf Lebendgeborene (%)	19 (16,1)	15 (13,5)	23 (18,3)

Tabelle 12: Detailinformation zu Verlusten für Würfe, die für den gesamten Versuchszeitraum herangezogen wurden, der Betriebe Hatzendorf (HD), Gießhübl (GH) und Medau (MD)

Betrieb	Anzahl Würfe	Anzahl Würfe ohne Verluste	Anteil Würfe ohne Verluste	Anzahl Würfe ohne Erdrückungen	Anteil Würfe ohne Erdrückungen
HD	119	17	14 %	38	32 %
GH	370	97	26 %	136	37 %
MD	149	25	17 %	44	30 %

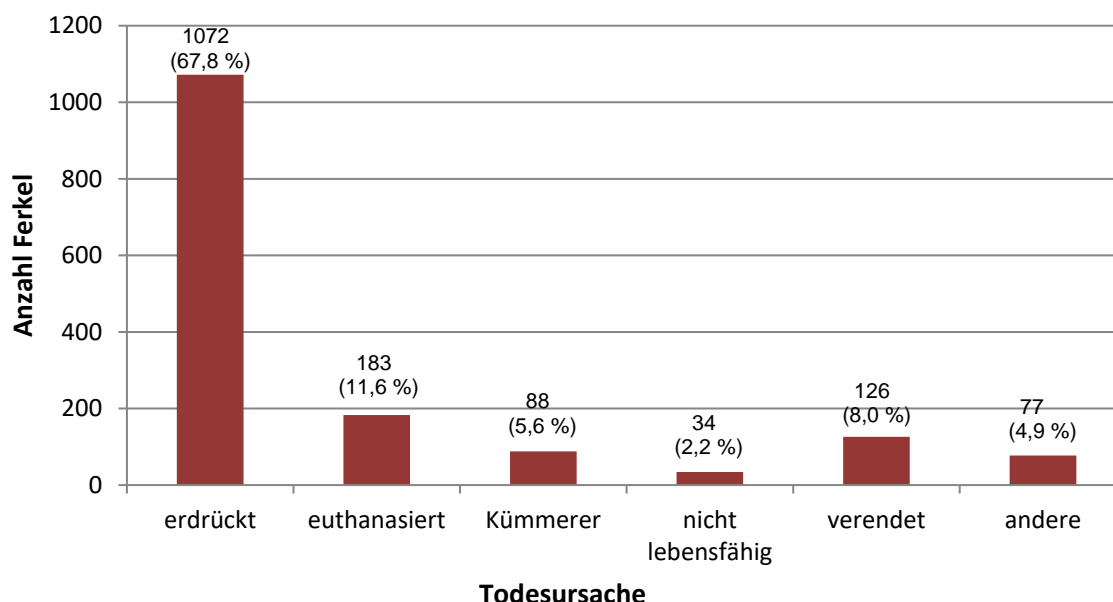


Abbildung 31: Anzahl (n) bzw. relativer Anteil (%) der Ferkelverluste an den lebend geborenen Ferkeln für den gesamten Versuchszeitraum in den drei Forschungsbetrieben differenziert nach Todesursache

Die Zeitspanne zwischen Datum der Besamung und Datum des Abferkelns betrug zwischen 111 und 119 Tagen. Die mittlere Trächtigkeitsdauer betrug über alle Betriebe hinweg 115 Tage. In Abbildung 32 sind die absoluten Ferkelverluste unter den lebend geborenen Ferkeln für die drei Betriebe nach Lebenstagen (Ferkelalter) dargestellt. Die vertikalen Linien markieren das Ende des jeweils definierten Versuchszeitraums (kurz oder gesamt vgl. Kap. 3.7.3). Der Großteil dieser Verluste (87,0 %) fand bereits in den ersten 7 Tagen, also im kurzen VZR, statt. Die meisten Verluste fanden bis zum 4. Lebenstag (Tag 0 = Tag der Geburt und gleichzeitig 1. LT) der Ferkel statt. Bereits nach der 1. Lebenswoche nahm die Anzahl der Verluste deutlich ab und zeigte mit ansteigendem Ferkelalter weiter abnehmende Tendenz. Ab dem 18. LT wurden nur mehr vereinzelte Verluste beobachtet. Einen deskriptiven Eindruck über den Einfluss der Wurfnummer auf die Ferkelmortalität soll Abbildung 33 bieten. Aus den Boxplots ist ersichtlich, dass der mittlere Anteil der Verluste mit zunehmender Wurfzahl der Sau anstieg. Abbildung 34 gibt einen Überblick über den Anteil der erdrückten Ferkel je Forschungsbetrieb bezogen auf den gesamten VZR und in Abbildung 35 sind die Verlustanteile unter den lebend geborenen Ferkeln im kurzen VZR dargestellt.

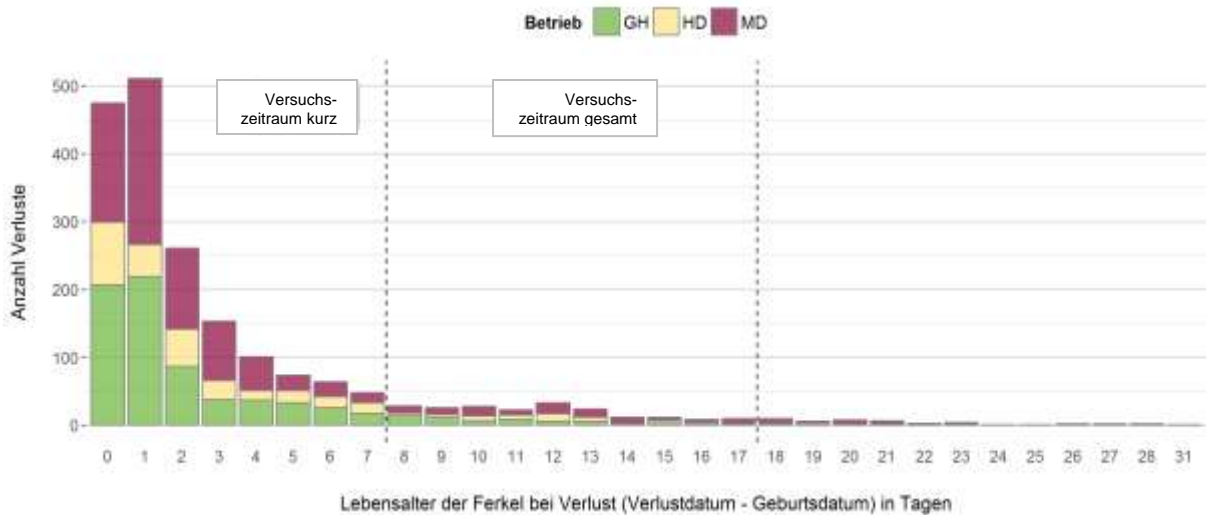


Abbildung 32: Anzahl (n) Ferkelverluste je Betrieb (Gießhübl = GH, Hatzendorf = HD, Medau = MD) und Ferkelalter bei Tod; Grundlage bieten die Verluste bezogen auf die lebend geborenen Ferkel (für kurzen bzw. gesamten Versuchszeitraum)

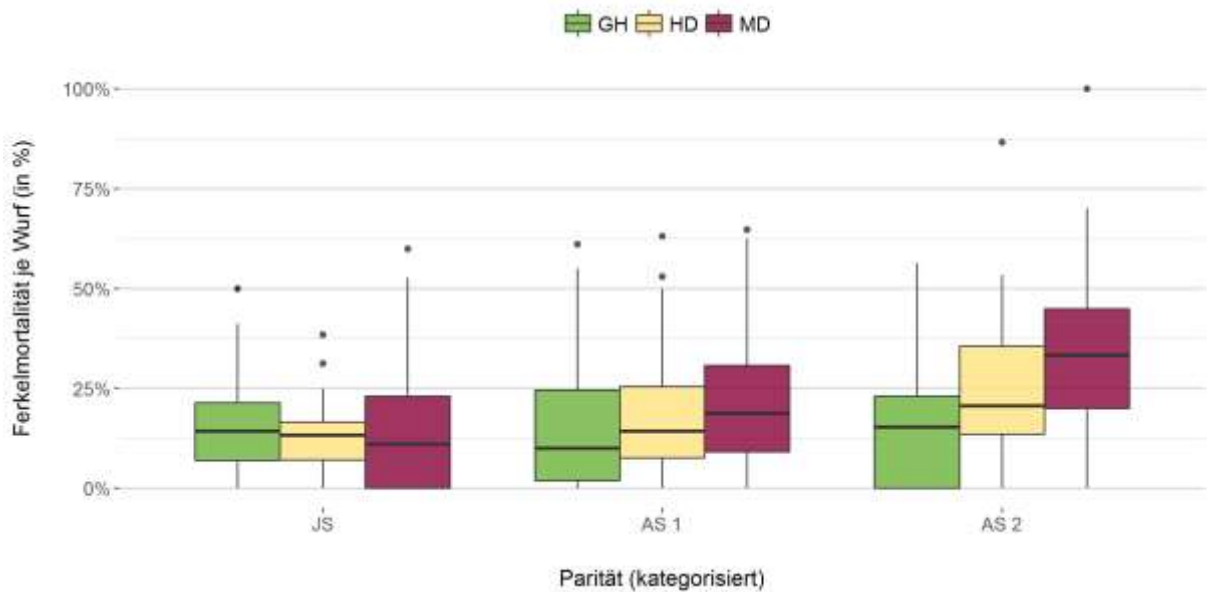


Abbildung 33: Ferkelmortalität je Betrieb und Wurfnummer in Form eines Boxplots; Gießhübl = GH, Hatzendorf = HD, Medau = MD; JS = Jungsau mit Wurfnummer 1, AS 1 = Sau der Wurfnummer 2-4, AS 2 = Sau der Wurfnummer 5-8

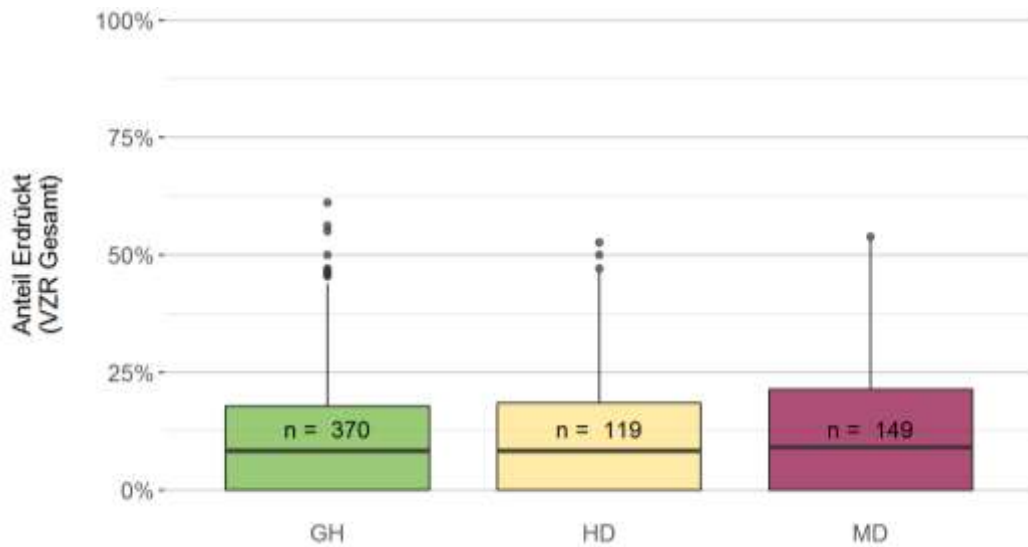


Abbildung 34: Erdrückungsrate je Wurf für den gesamten Versuchszeitraum (VZR) in Form von Boxplots je Betrieb; Anzahl der Würfe je Betrieb (n); Betrieb Gießhübl = GH, Hatzendorf = HD, Medau = MD

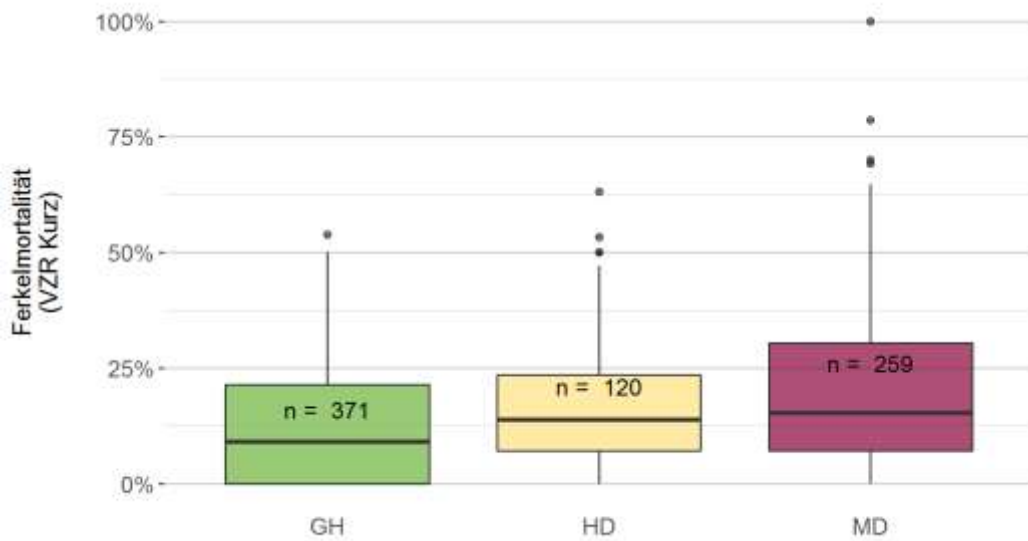


Abbildung 35: Ferkelverlustrate je Wurf für den kurzen Versuchszeitraum (VZR) in Form von Boxplots je Betrieb; Anzahl der Würfe je Betrieb (n); Betrieb Gießhübl = GH, Hatzendorf = HD, Medau = MD

4.2 Behandlungsdaten

Die in den Sauenkarten verzeichneten Behandlungsdaten wurden – wie in Kapitel 3.6 beschrieben – hinsichtlich Einsatzbereich kategorisiert. Die häufigste Behandlung entfiel auf den Einsatz von Oxytocin bei den Sauen. Die häufigsten Erkrankungsursachen für Behandlungen (die zumindest einmal pro Wurf angewendet wurden) waren Lahmheit sowie MMA bei Sauen und Durchfall bzw. Verletzung/Entzündung der Beine bei Ferkeln (Tabelle 13).

Tabelle 13: Übersicht zu den in Würfen durchgeführten Behandlungen

Tier-kategorie	Behandlungsgrund	Anzahl Würfe mit mind. 1 Behandlung n (%)
Sau	Oxytocin	359 (56,3)
Sau	Verletzung/Entzündung Beine, Lahmheit	99 (15,5)
Sau	MMA	95 (14,9)
Sau	Geburtshilfe manuell	59 (9,3)
Sau	Stresnil	13 (2,0)
Sau	Sonstiges	0 (0,0)
Ferkel	Durchfall	79 (12,4)
Ferkel	Verletzung/Entzündung Beine	69 (10,8)
Ferkel	Verletzungen allgemein	12 (1,9)
Ferkel	Abszesse	3 (0,5)
Ferkel	Sonstiges	2 (0,3)

4.3 Analyse der Ferkelmortalität

Die Ergebnisse werden nach Versuchszeitraum gesamt und kurz getrennt dargestellt. Es zeigte sich für alle Kombinationen ein recht ähnliches Bild. Vor allem die Effekte von Buchtentyp und Fixierungsvariante wiesen in allen Analysen ähnliche Tendenzen auf. Um zu veranschaulichen, wie sich die Schlussfolgerungen ändern könnten, wenn nur die Erdrückungsverluste als Zielvariable betrachtet werden, wird auch das Modell „VZR Gesamt – Erdrückungsrate je Wurf“ dargestellt.

4.3.1 Gesamter Versuchszeitraum – Gesamtverlustrate

Die „Gesamtverlustrate“ bezeichnet in den nachfolgenden Darstellungen die Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln (nach Wurfausgleich, ohne Differenzierung nach Todesursache). Über den gesamten VZR gesehen, hatten die FV, die Wurfgröße, die Wurfnummer (als numerische Variable) und die Verabreichung von Oxytocin einen signifikanten Einfluss auf die Gesamtverlustrate. Alle anderen im Gesamtmodell berücksichtigten Faktoren führten für die gegebene Stichprobe zu keiner Verbesserung des Modells (nach BIC).

Die geschätzten odds ratios für die signifikanten fixen Effekte sind in Abbildung 36 veranschaulicht. Werte über Eins weisen hier auf eine erhöhte Chance für die jeweilige Kategorie (für kategoriale Variablen) bzw. bei Erhöhung des Wertes (für numerische Variablen) hin. Die Chance für einen Verlust nahm bei Erhöhung der Wurfgröße bzw. der Wurfnummer um Eins – d.h. mit jedem weiteren Ferkel bzw. Wurf – zu (OR = 1,29 bzw. OR = 1,16).

Die odds ratios für die FV 3, 4 und 6 waren kleiner Eins (OR = 0,59-0,75) – dies bedeutet, dass verglichen mit der freien Abferkelung (FV 0) bei allen anderen Fixierungsvarianten mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit für einen Ferkelverlust zu rechnen war. Die Chance für einen Ferkelverlust war auch für Würfe um den Faktor 0,77 bzw. 23 % geringer, in denen die Sau nicht mit Oxytocin behandelt wurde. Keines der Konfidenzintervalle für die odds ratios überdeckte die Linie bei Eins, was die Signifikanz der Faktoren zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ anzeigt. Die Breite des Konfidenzintervalls gibt einen Eindruck über die Genauigkeit der Schätzung – je breiter dieses erscheint, umso höher ist die Unsicherheit des jeweils geschätzten Parameters.

Die Fixierungsvarianten 3, 4 und 6 unterschieden sich bezüglich der Mortalitätsraten signifikant von der FV 0 (Tukey-Post-Hoc-Tests, Tabelle 14). In den drei Varianten mit temporärer Fixierung der Sau war die Chance für einen Ferkelverlust signifikant geringer als in FV 0. Zwischen FV 3, 4 und 6 lagen keine signifikanten Unterschiede vor.

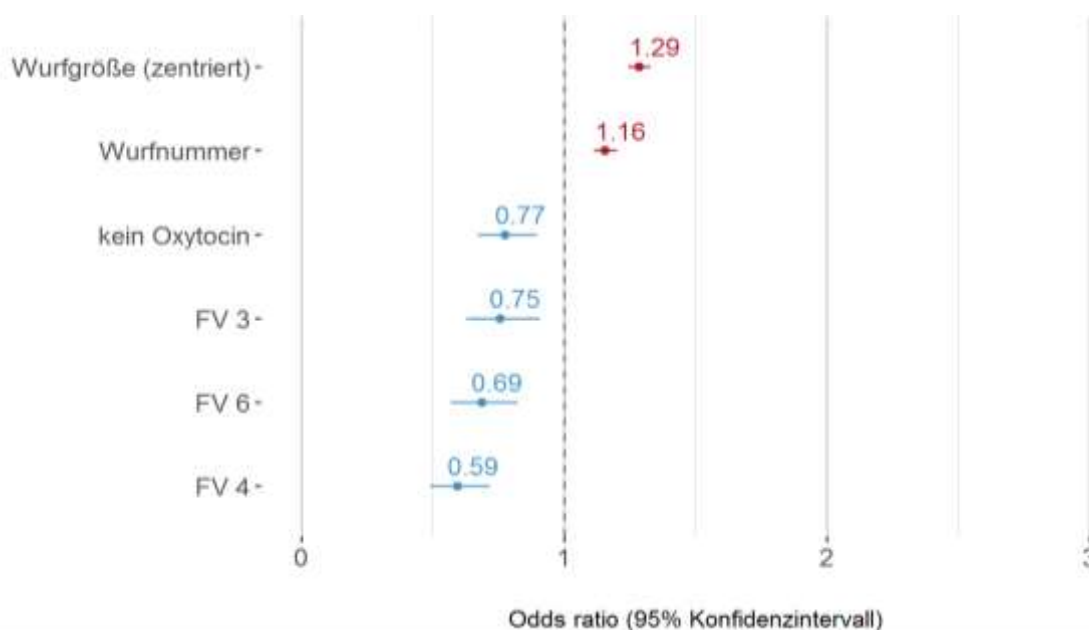


Abbildung 36: Geschätzte odds ratios (95 % Konfidenzintervall) für die Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) im gesamten Versuchszeitraum; FV = Fixierungsvariante

Tabelle 14: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche aller Fixierungsvarianten (FV) nach Tukey für Versuchszeitraum Gesamt – Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich)

Vergleich FV	Effekt (Link)	Std. Error	p-Wert
3 - 0	-0,281	0,094	0,015
4 - 0	-0,521	0,098	<0,001
6 - 0	-0,378	0,094	<0,001
4 - 3	-0,240	0,099	0,071
6 - 3	-0,096	0,094	0,737
6 - 4	0,144	0,101	0,481

Die Sau-ID (individuelle Tierkennzahl) und der Betrieb wurden im Modell als genestete (hierarchische), zufällige Effekte berücksichtigt. Bei gemischten generalisierten linearen Modellen setzt sich die Gesamtvarianz in den Beobachtungen aus der Varianz der zufälligen Effekte und der Fehlervarianz zusammen. Die Varianzkomponenten der zufälligen Effekte wurden im Modell geschätzt und betragen:

$$\hat{\sigma}_{\text{Betrieb}}^2 = < 0,001$$

$$\hat{\sigma}_{\text{SauID:Betrieb}}^2 = 0,22$$

Anhand der Varianzkomponenten wird deutlich, dass ein größerer Teil der Varianz auf den Sauen-Effekt zurückzuführen ist. Auf Grund der geringen Anzahl an Betrieben und der geringen verbleibenden Variation zwischen den Betrieben (über die Variation zwischen den Sauen hinaus), entspricht die Varianzkomponente für den Betrieb daher nahezu 0. In diesen Fällen könnte der zufällige Effekt Betrieb auch aus dem Modell entfernt werden. Ein Test auf Signifikanz des Betriebes als fixer Effekt ergab, dass im Hinblick auf die Ferkelmortalität in den untersuchten Buchtentypen und unter Anwendung der vier Fixierungsvarianten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Betrieben vorlagen, welche die vorhandene Variabilität über die bereits im Modell enthaltenen fixen Variablen hinaus zusätzlich erklärt hätten.

Um Vorhersagen über zu erwartende Ferkelverlustraten treffen zu können, wurde die FV variiert, während die anderen Effekte im Modell mit definierten Werten angenommen wurden (Wurfnummer = 3, durchschnittliche Wurfgröße = 13 Ferkel, keine Oxytocingabe). Wie in Abbildung 37 dargestellt, ist die höchste Verlustrate für einen Wurf mit freier Abferkelung (in FV 0) zu erwarten, gefolgt von einem Wurf mit FV 3, 6 und 4.

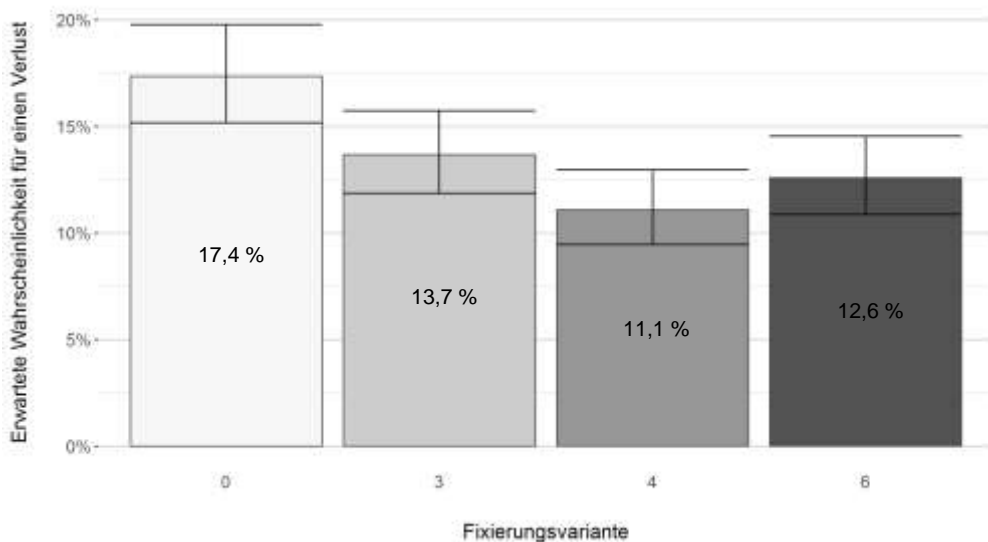


Abbildung 37: Erwartete Ferkelverlustrate (unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) basierend auf den Modellergebnissen unter der Annahme eines Wurfes mit einer Wurfgröße von 13 Ferkeln, Wurfnummer 3 und keiner Oxytocingabe im gesamten Versuchszeitraum; inkl. 95 % Konfidenzintervall

4.3.2 Gesamter Versuchszeitraum – Erdrückungsverluste

Im Zuge der Erhebungen zu den Verlustursachen wurde besonderes Augenmerk auf die Identifikation der Erdrückungsverluste gelegt. Für den gesamten Versuchszeitraum wurde ebenfalls ein gemischtes generalisiertes lineares Modell für die Zielgröße "Erdrückungsrate" angepasst. Als signifikante Faktoren ergaben sich für dieses Modell erneut die Wurfgröße (OR = 1,28), die Wurfzahl (OR = 1,15) sowie die FV (OR = 0,59-0,77; Abbildung 38). Oxytocingabe erwies sich für diese Zielgröße nicht mehr als signifikanter Faktor. Im Vergleich zum Modell für die Gesamtverlustrate hob sich die Fixierungsvariante 6 nun deutlicher von der FV 0 ab. Andererseits verminderte sich die Differenz zwischen FV 3 und der freien Abferkelung leicht.

Die Ergebnisse der Post-Hoc-Tests sind in Tabelle 15 ersichtlich. Die Erdrückungsraten waren in FV 4 bzw. 6 gegenüber FV 0 signifikant geringer. Der gleichgerichtete Unterschied zwischen FV 3 und FV 0 war nicht signifikant, der p-Wert lag jedoch nahe an der Signifikanzgrenze. Zwischen FV 3, 4 und 6 lagen keine Unterschiede vor.

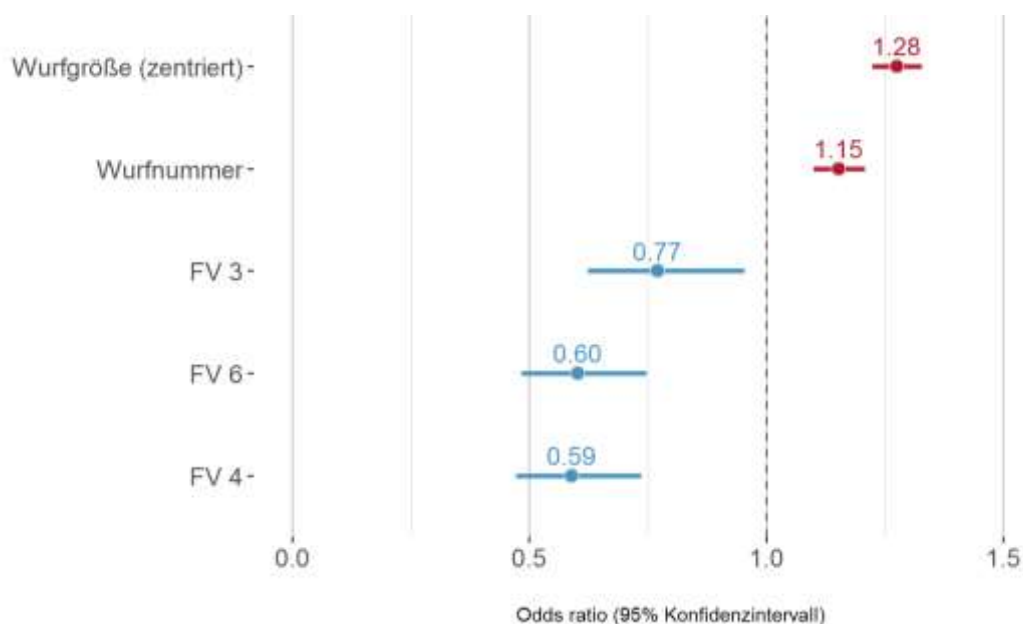


Abbildung 38: Geschätzte odds ratios (95 % Konfidenzintervall) für die Erdrückungsrate im gesamten Versuchszeitraum; FV = Fixierungsvariante

Tabelle 15: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche aller Fixierungsvarianten (FV) nach Tukey für den Versuchszeitraum Gesamt – Erdrückungsrate

Vergleich FV	Effekt (Link)	Std. Error	p-Wert
3 - 0	-0,259	0,109	0,079
4 - 0	-0,527	0,113	<0,001
6 - 0	-0,507	0,111	<0,001
4 - 3	-0,268	0,113	0,082
6 - 3	-0,248	0,110	0,110
6 - 4	0,020	0,118	0,998

Auch für die Zielgröße Erdrückungsrate ließ sich basierend auf den Modellergebnissen eine Vorhersage ermitteln: Abermalig wurde die FV variiert, während die anderen Effekte im Modell mit festen Werten angenommen wurden (Wurfnummer = 3, durchschnittliche Wurfgröße = 13 Ferkel). Die höchste Ferkelverlustrate ist auch in dieser Vorhersage für einen Wurf mit freier Abferkelung zu erwarten, gefolgt von einem Wurf mit FV 3, 4 und 6 (Abbildung 39).

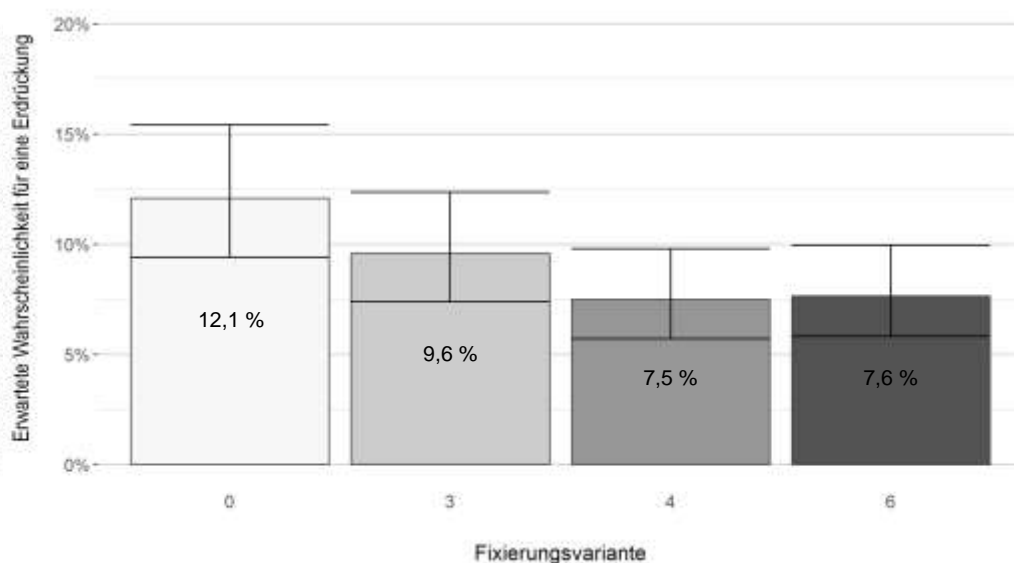


Abbildung 39: Erwartete Ferkelverlustrate auf Grund von Erdrücken basierend auf den Modellergebnissen unter der Annahme eines Wurfs mit einer Wurfgröße von 13 Ferkeln und Wurfnummer 3 im gesamten Versuchszeitraum; inkl. 95 % Konfidenzintervall

4.3.3 Kurzer Versuchszeitraum – Gesamtverlustrate

Für alle Würfe aus dem kurzen VZR (siehe Beschreibung in Kap. 3.7.3) wurde erneut ein logistisches Modell mit zufälligen Effekten angepasst und eine Modellwahl mit der Zielvariablen Gesamtverlustrate bezogen auf die lebend geborenen Ferkel je Wurf (nach Wurfausgleich) durchgeführt.

Für den kurzen VZR konnten erneut die Wurfgröße, die Wurfnummer sowie die Fixierungsvarianten als signifikante Einflussfaktoren auf die Ferkelmortalität je Wurf ermittelt werden. Zusätzlich lagen für diesen Datensatz signifikante Unterschiede zwischen den Buchtentypen vor. In Abbildung 40 sind die odds ratios für das finale Modell für die Gesamtverluste im kurzen VZR dargestellt. Die Effekte für Wurfgröße (OR = 1,28), Wurfnummer (OR = 1,13) und FV (OR = 0,59-0,76) zeigten sich hierbei ähnlich wie in den vorangegangenen Modellen – höhere Wurfgrößen bzw. Wurfnummern steigerten die Chance eines Ferkels zu sterben und eine zeitweilige Fixierung der Sau senkte diese Chance verglichen mit der FV 0. Die Chance für einen Ferkelverlust in der 1. Lebenswoche war hierbei für eine Fixierung von drei Tagen (beginnend nach der Geburt; FV 3) nur 3/4-mal so hoch (OR = 0,76) wie in der Variante ohne jegliche Fixierung (FV 0). Verglichen mit FV 4 und FV 6 war die Wahrscheinlichkeit für einen Ferkelverlust in FV 3 signifikant höher (Tabelle 16). Zwischen den Fixierungsvarianten 4 und 6 lagen keine signifikanten Unterschiede vor.

Die odds ratios der Buchtentypen in Abbildung 40 beziehen sich auf die Referenzkategorie F (Flügelbucht). Paarweise Vergleiche mittels Post-Hoc-Test (Tabelle 17) zeigten außerdem signifikante Differenzen zwischen den Buchtentypen: Alle BT bis auf die Knickbucht unterschieden sich signifikant von der Referenzbucht F. In den BT T, S und P war demnach die

Ferkelverlustrate höher als in der Referenzbucht F (Effekte 0,372-0,618). Weiters war im BT P die Ferkelverlustrate signifikant höher als in BT K ($p = 0,007$).

Für die Vorhersagen wurden die Fixierungsvarianten und Buchtentypen variiert, während die anderen Effekte im Modell abermals mit festen Werten angenommen wurden (Wurfnummer: 3, durchschnittliche Wurfgröße: 13 Ferkel; Abbildung 41). Über die verschiedenen Fixierungsvarianten hinweg ergab sich für die verschiedenen BT ein ähnliches Bild (abnehmende Verluste mit zunehmender Fixierungsdauer, v.a. bis FV 4). Pro Dromi ist jener Buchtentyp, bei dem die höchste Gesamtsterblichkeitsrate zu erwarten ist. Hierauf folgen die SWAP- und Trapezbucht mit nur geringen Unterschieden, sowie die Knick- bzw. Flügelbucht.

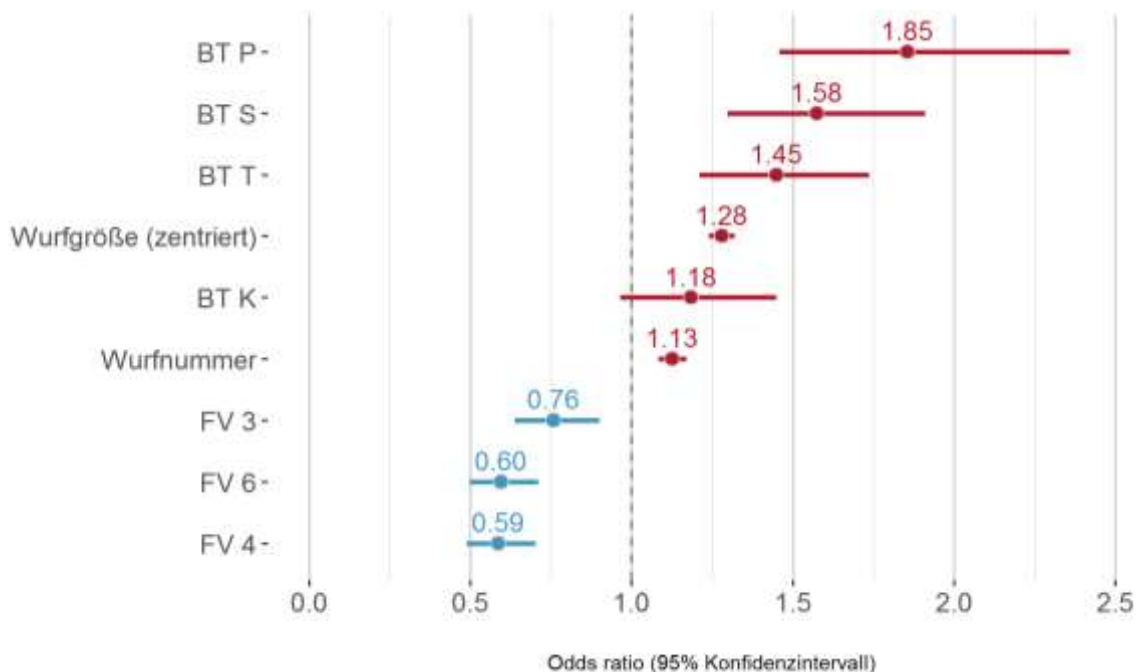


Abbildung 40: Geschätzte odds ratios inkl. 95 % Konfidenzintervall für die Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) im kurzen Versuchszeitraum; FV = Fixierungsvariante; BT K = Buchtentyp Knick, BT P = Buchtentyp Pro Dromi, BT S = Buchtentyp SWAP, BT T = Buchtentyp Trapez

Tabelle 16: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche aller Fixierungsvarianten (FV) nach Tukey für Versuchszeitraum Kurz – Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich)

Vergleich FV	Effekt (Link)	Std. Error	p-Wert
3 - 0	-0,276	0,088	0,010
4 - 0	-0,534	0,092	<0,001
6 - 0	-0,518	0,091	<0,001
4 - 3	-0,258	0,093	0,029
6 - 3	-0,242	0,092	0,042
6 - 4	0,016	0,098	0,999

Tabelle 17: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche aller Buchtentypen (BT) nach Tukey für Versuchszeitraum Kurz – Gesamtverlustrate (Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich)

Vergleich BT	Effekt (Link)	Std. Error	p-Wert
K - F	0,169	0,104	0,475
P - F	0,618	0,123	<0,001
S - F	0,455	0,098	<0,001
T - F	0,372	0,092	0,001
P - K	0,449	0,134	0,007
S - K	0,286	0,109	0,063
T - K	0,203	0,102	0,268
S - P	-0,163	0,125	0,681
T - P	-0,246	0,122	0,254
T - S	-0,083	0,097	0,911

BT F = Buchtentyp Flügel, BT K = Buchtentyp Knick,
BT P = Buchtentyp Pro Dromi, BT S = Buchtentyp SWAP,
BT T = Buchtentyp Trapez

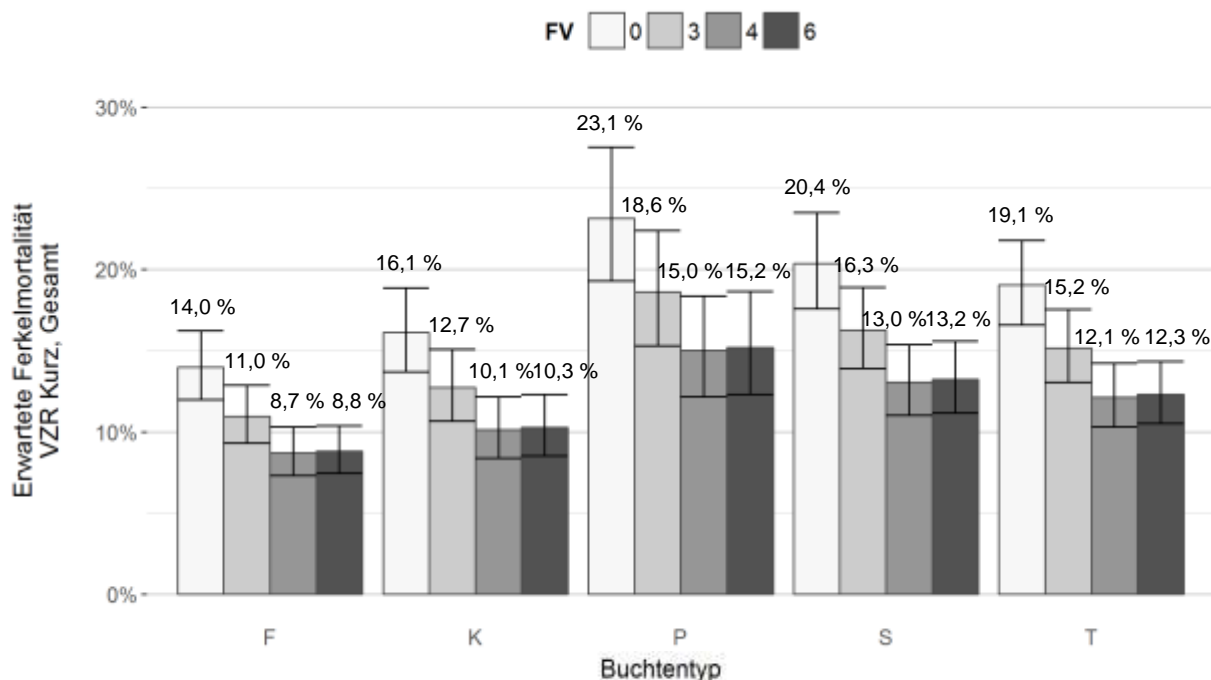


Abbildung 41: Erwartete Ferkelverlustrate (unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) basierend auf den Modellergebnissen unter der Annahme eines Wurfes mit einer Wurfgröße von 13 Ferkeln und Wurfnummer 3 im kurzen Versuchszeitraum; inkl. 95 % Konfidenzintervall; FV = Fixierungsvariante; F = Flügelbucht, K = Knickbucht, P = Pro Dromi-Bucht, S = SWAP-Bucht, T = Trapezbucht

4.4 Analyse der Sektionsdaten

4.4.1 Deskriptive Sektionsergebnisse

Insgesamt wurden 1471 Ferkel (943 aus GH und 528 aus HD) aus jenen Würfen, die den Versuchskriterien entsprochen haben, seziiert. In diesem Zusammenhang war bei zwei Ferkeln das Geschlecht nicht eindeutig beurteilbar (Zweigeschlechtlichkeit, fortgeschrittener Verwesungszustand, Biss- und Fraßschäden; vgl. Tabelle Anhang 10.4.2). In beiden Betrieben wurden mehr männliche (>56 %) als weibliche Ferkel tot geboren bzw. in der Bucht tot aufgefunden (siehe Tabelle Anhang 10.4.2). Es ist davon auszugehen, dass insgesamt auch mehr männliche Ferkel geboren wurden (vgl. ABECIA et al. 2017, BAXTER et al. 2008, BAXTER et al. 2012b) – dies wurde jedoch nicht gesondert aufgezeichnet.

Bei 94 Ferkeln (58 Ferkel aus GH und 36 Ferkel aus HD) war aus verschiedenen Gründen (z.B. keinerlei Anzeichen von Hämatomen, Krankheiten, fortgeschrittener Verwesungszustand) die Todesursache nicht eindeutig feststellbar. Daher wurden diese Ferkel zusätzlich anhand von Videomaterial (vgl. Kap. 3.9) einer Todeskategorie zugeordnet.

In Tabelle 18 sind die Verteilungen der erhobenen quantitativen Merkmale differenziert nach Todeskategorie (tot geboren $n = 412$ bzw. 28,0 %, verendet $n = 269$ bzw. 18,3 % und erdrückt $n = 790$ bzw. 53,7 %) dargestellt. Über alle seziierten Ferkel hinweg betrug das mittlere Körpergewicht 1,30 kg (SD = 0,66 kg), bei einer durchschnittlichen Nacken-Steiß-Länge von 244 mm (SD = 33,9 mm) und einem mittleren Entwicklungszustand von 20,7 kg/m² (SD = 5,31 kg/m²). Die Ferkel stammten von einer Sau mit durchschnittlicher Wurfzahl 3,55 (SD = 1,92). Das mittlere Alter bzw. Gewicht der lebend geborenen, aber zu Tode gekommenen Ferkel lag bei 2,86 Tagen (SD = 4,09 Tage) bzw. 1,35 kg (SD = 0,73 kg) und die mittlere Nacken-Steiß-Länge bei 247 mm (SD = 34,7 mm) sowie der mittlere Entwicklungszustand bei 20,8 kg/m² (SD = 5,65 kg/m²).

Verendete Ferkel waren im Mittel 0,1 kg bzw. 0,38 kg leichter als Totgeburten bzw. erdrückte Ferkel (Tabelle 18). Erdrückte Ferkel waren im Schnitt 17 mm bzw. 20 mm länger als tot geborene bzw. verendete Tiere. Die verendeten Jungtiere wiesen den im Durchschnitt schlechtesten Entwicklungszustand (18,5 kg/m²) im Vergleich der drei untersuchten Todesursachen auf und waren zum Todeszeitpunkt mit durchschnittlich 4,5 Tagen rund 2 Tage älter als erdrückte Ferkel. Die im Rahmen der pathoanatomischen Untersuchungen erhobenen bzw. aus der Stallkarte ergänzten (Standsituation, Datum der Geburt und des Auffindens aus der Stallkarte bzw. Infos zu Todesdatum und Standsituation aus den Videoanalysen) qualitativen Merkmale sind in Tabelle 19 angeführt.

Tabelle 18: Statistische Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum, Maximum) der bei den Sektionen erhobenen quantitativen Merkmale differenziert nach Todeskategorie

Merkmal		Todeskategorie		
		Totgeburt (n = 412)	Verendet (n = 269)	Erdrückt (n = 790)
Körpergewicht (kg)	MW	1,17	1,07	1,45
	SD	0,41	0,61	0,74
	Med.	1,18	0,91	1,35
	Min	0,30	0,24	0,39
	Max	2,39	3,70	8,34
Nacken-Steiß-Länge (mm)	MW	235	232	252
	SD	30,2	35,4	32,9
	Med.	240	230	250
	Min	140	135	160
	Max	310	330	445
Entwicklungszustand (kg/m ²)	MW	20,4	18,5	21,6
	SD	4,28	5,59	5,46
	Med.	20,3	17,2	21,3
	Min	9,07	6,84	8,06
	Max	50,1	37,7	47,2
Ferkelalter (Tage)	MW	-0,04*	4,48	2,30
	SD	0,27	5,38	3,38
	Med.	0,00	2,00	1,00
	Min	-1,00*	-1,00*	-0,28*
	Max	1,00	28,0	23,0
Wurfzahl der Sau (n)	MW	3,85	3,81	3,30
	SD	2,08	1,95	1,79
	Med.	4,00	4,00	3,00
	Min	1,00	1,00	1,00
	Max	8,00	8,00	8,00
Zeitlicher Abstand zwischen Fixierung und Geburt (Tage)	MW	0,99	1,38	0,95
	SD	1,31	1,30	1,20
	Med.	1,00	1,00	1,00
	Min	-1,00**	-1,00**	-1,00**
	Max	10,0	5,00	5,00

*Negative Werte beim Ferkelalter konnten auftreten, wenn sich die Geburt über zwei Kalendertage (über Mitternacht) erstreckte bzw. wenn ein Ferkel vor Ende der Geburt erdrückt wurde bzw. verendete (Differenz aus Zeitpunkt Geburtsende und Zeitpunkt Erdrückung laut Video bzw. Differenz aus Zeitpunkt Geburtsende laut Video und Zeitpunkt des Auffindens eines verendeten Ferkels gemäß Stallkarte war negativ).

**Negative Werte im zeitlichen Abstand zwischen Fixierung und Geburt traten bei Fixierungsvariante 3 auf, wenn der Stand am Tag nach der Geburt geschlossen wurde (Geburt in der Nacht und Fixierung am folgenden Kalendertag morgens).

Tabelle 19: Verteilung (absolute und relative Häufigkeiten) der bei den Sektionen erhobenen qualitativen Merkmale bzw. Standsituation basierend auf der Videoanalyse bzw. Infos aus der Stallkarte differenziert nach Todeskategorie; NA = Wert nicht erhoben/nicht vorhanden

Merkmal		Todeskategorie		
		Totgeburt n (%)	Verendet n (%)	Erdrückt n (%)
Geschlecht	weiblich	182 (44,2)	104 (38,7)	345 (43,7)
	männlich	230 (55,8)	165 (61,3)	443 (56,1)
	Hermaphroditen /nicht beurteilbar	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (0,3)
Eihäute	vorhanden	190 (46,1)	8 (3,0)	10 (1,3)
	nicht vorhanden	212 (51,5)	258 (95,9)	758 (95,9)
	NA	10 (2,4)	3 (1,1)	22 (2,8)
Slippers	vorhanden	412 (100,0)	30 (11,2)	26 (3,3)
	nicht vorhanden	0 (0,0)	239 (88,8)	754 (95,4)
	NA	0 (0,0)	0 (0,0)	10 (1,3)
Lunge ventiliert	ja	1 (0,2)	267 (99,3)	789 (99,9)
	nein	411 (99,8)	2 (0,7)	0 (0,0)
	NA	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,1)
Anomalie	vorhanden	3 (0,7)	13 (4,8)	4 (0,5)
	nicht vorhanden	409 (99,3)	255 (94,8)	773 (97,8)
	NA	0 (0,0)	1 (0,4)	13 (1,6)
plattgedrückt	ja	0 (0,0)	6 (2,2)	74 (9,4)
	nein	412 (100,0)	262 (97,4)	703 (89,0)
	NA	0 (0,0)	1 (0,4)	13 (1,6)
Hämatome/Brüche	vorhanden	15 (3,6)	74 (27,5)	693 (87,7)
	nicht vorhanden	397 (96,4)	194 (72,1)	84 (10,6)
	NA	0 (0,0)	1 (0,4)	13 (1,6)
Abschürfungen/Bisse/Wunden	vorhanden	3 (0,7)	22 (8,2)	46 (5,8)
	nicht vorhanden	409 (99,3)	246 (91,4)	731 (92,5)
	NA	0 (0,0)	1 (0,4)	13 (1,6)
Bein-/Klauenverletzung	vorhanden	0 (0,0)	17 (6,3)	35 (4,4)
	nicht vorhanden	412 (100,0)	251 (93,3)	742 (93,9)
	NA	0 (0,0)	1 (0,4)	13 (1,6)
Blut aus Rüssel/Maul	vorhanden	4 (1,0)	9 (3,3)	159 (20,1)
	nicht vorhanden	408 (99,0)	259 (96,3)	618 (78,2)
	NA	0 (0,0)	1 (0,4)	13 (1,6)
Magen-/Darminhalt	vorhanden	0 (0,0)	106 (39,4)	706 (89,4)
	nicht vorhanden	412 (100,0)	163 (60,6)	79 (10,0)
	NA	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (0,6)
Lungenveränderungen/erstickt	vorhanden	1 (0,2)	18 (6,7)	49 (6,2)
	nicht vorhanden	411 (99,8)	250 (92,9)	728 (92,2)
	NA	0 (0,0)	1 (0,4)	13 (1,6)
Erkrankung/Behandlung Sau	MMA	49 (11,9)	54 (20,1)	128 (16,2)
	Stresnil	5 (1,2)	10 (3,7)	26 (3,3)
	keine	358 (86,9)	205 (76,2)	636 (80,5)
Oxytocin-Verabreichung Sau	ja	175 (42,5)	118 (43,9)	339 (42,9)
	nein	237 (57,5)	151 (56,1)	451 (57,1)
Durchfallbehandlung Ferkel	ja	96 (23,3)	87 (32,3)	118 (14,9)
	nein	316 (76,7)	182 (67,7)	672 (85,1)
Standsituation	offen	219 (53,2)	156 (58,0)	444 (56,2)
	geschlossen	193 (46,8)	109 (40,5)	330 (41,8)
	NA	0 (0,0)	4 (1,5)	16 (2,0)

4.4.2 Ergebnisse des multinomialen Modells

Um die Fragestellung zu beantworten, ob sich die Auftretenshäufigkeit der drei definierten Todesursachen „verendet“ (Code 1), „erdrückt“ (Code 2) und „tot geboren“ (Code 3) anhand der erhobenen äußeren bzw. ferkel- und saubezogenen Faktoren unterscheiden, wurden sie in Abhängigkeit von zehn definierten fixen Variablen (Kap. 3.8.3.1) modelliert, wobei die Kategorie „verendet“ als Referenzkategorie diente.

Das finale Modell enthielt zwei Einflussfaktoren und die Ergebnisse sind in Abbildung 42 dargestellt. Im Vergleich zur Todesursache „verendet“ nahm bei einem Anstieg des Entwicklungszustandes um eine Einheit (in kg/m^2) die Chance für Erdrückungen bzw. Totgeburten um den Faktor 1,157 oder 15,7 % bzw. den Faktor 1,087 oder 8,7 % zu. Stammte ein Ferkel vom Betrieb HD, so sank die Wahrscheinlichkeit für Erdrückungen bzw. Totgeburten im Vergleich zur Referenzkategorie „verendet“ um den Faktor 0,26 oder 74 % bzw. den Faktor 0,718 oder 28,2 %.

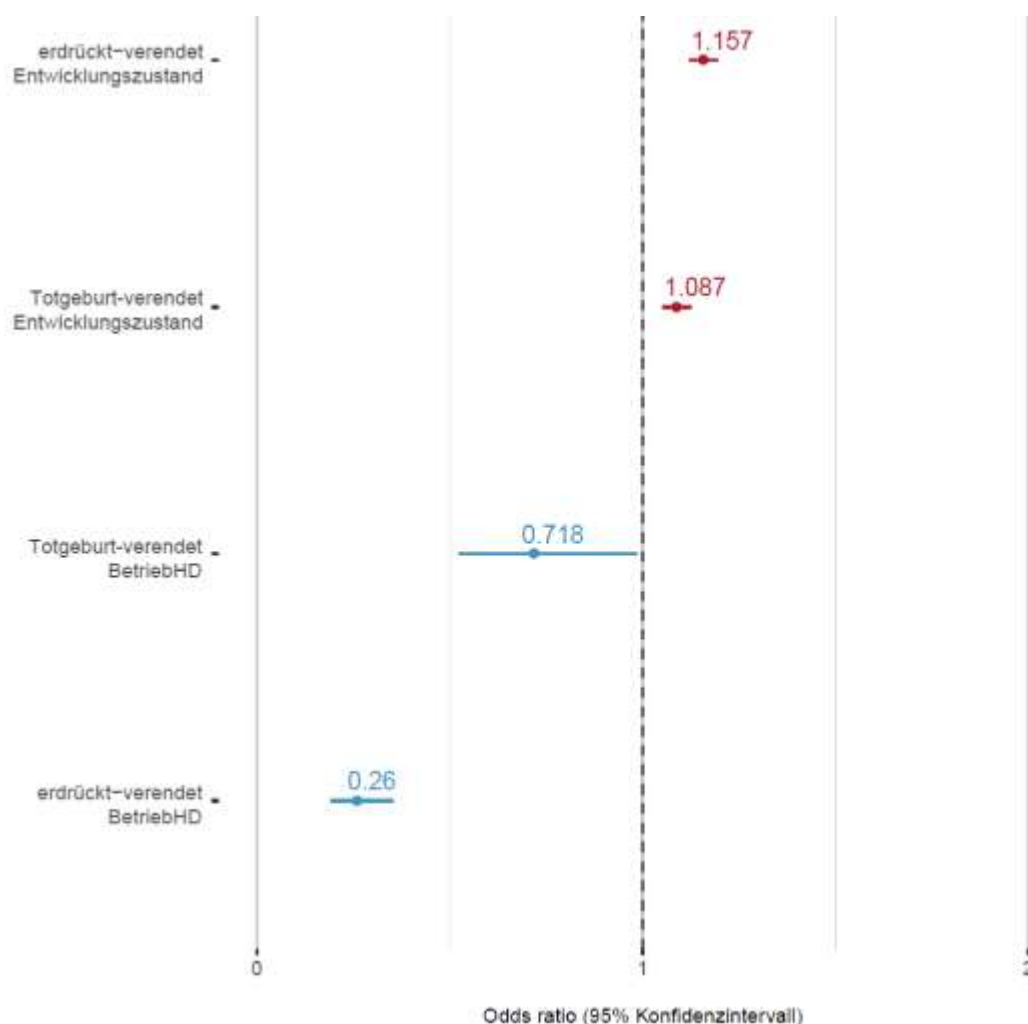


Abbildung 42: Geschätzte odds ratios inkl. 95 % Konfidenzintervall auf Basis der Ergebnisse des multinomialen Regressionsmodells für die drei Todesursachen „tot geboren“, „verendet“ und „erdrückt“; Referenzkategorie = „verendet“; BetriebHD = Betrieb Hatzendorf

4.4.3 Ergebnisse des binomialen Modells

Die Todesursachen „verendet“ und „erdrückt“ wurden in Abhängigkeit von 22 fixen (äußeren und ferkel- bzw. saubezogenen sowie bei der Sektion erhobenen) Faktoren (vgl. Kap.3.8.3.2) modelliert. Abbildung 43 gibt die geschätzten odds ratios für die relevanten Faktoren grafisch wieder. Bei um eine Einheit zunehmendem Ferkelalter (Tag) bzw. Entwicklungszustand (kg/m²) nahm die Wahrscheinlichkeit für eine Erdrückung im Vergleich zum Verenden um den Faktor 0,816 (18,4 %) ab bzw. um den Faktor 1,121 (12,1 %) zu. Die Chance für eine Erdrückung nahm im Vergleich zur Todeskategorie „verendet“ zu, wenn der Abferkelstand geöffnet (OR = 2,008) bzw. Blut aus Rüssel/Maul (OR = 3,302), Hämatome/Brüche (OR = 12,669) oder Magen-/Darminhalt (OR = 4,209) vorhanden waren. Im Gegensatz dazu nahm die Wahrscheinlichkeit für eine Erdrückung im Vergleich zum Verenden bei Vorhandensein von Anomalien (OR = 0,154), Slippers (OR = 0,245) oder von Durchfallbehandlung im Wurf (OR = 0,28) ab.

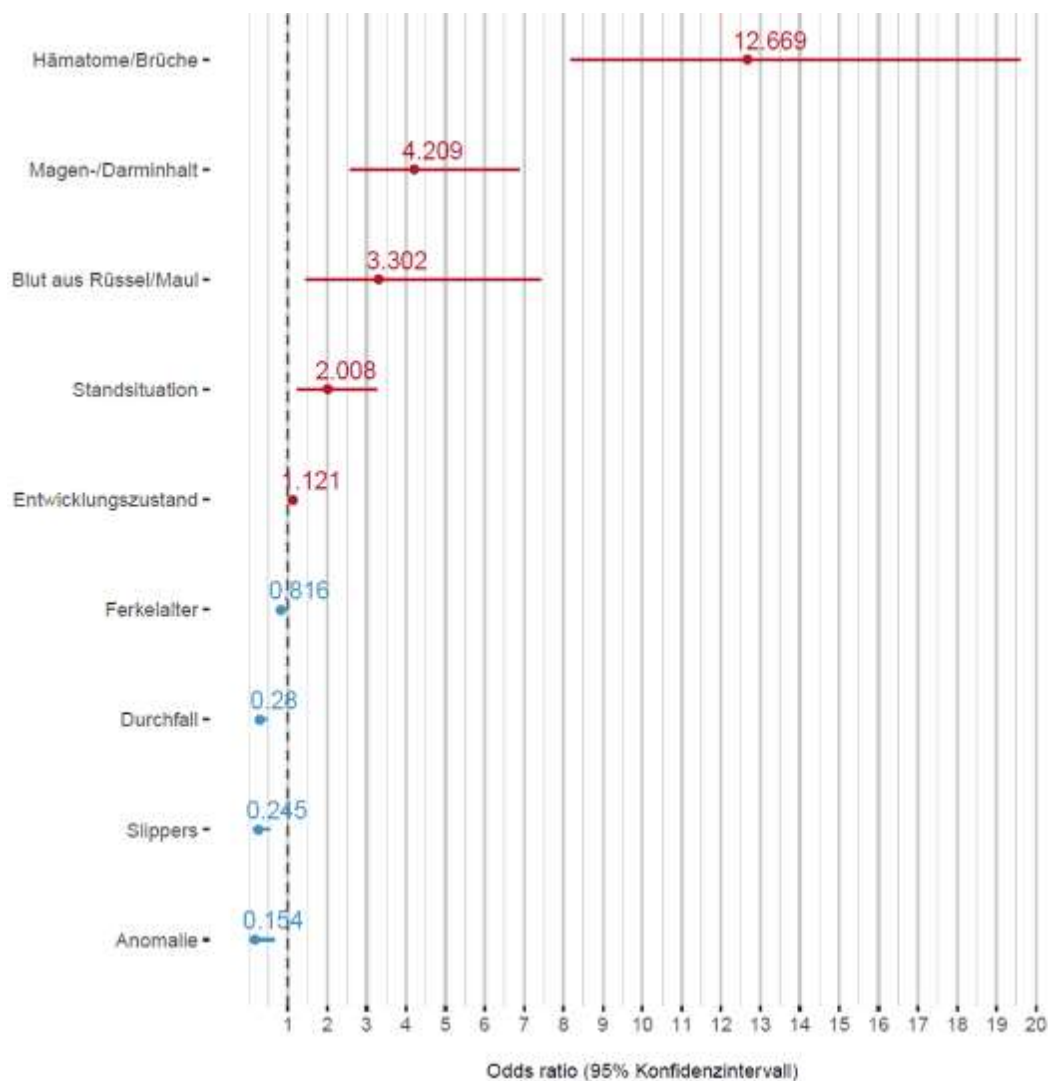


Abbildung 43: Geschätzte odds ratios inkl. 95 % Konfidenzintervall auf Basis der Ergebnisse des binomialen Regressionsmodells für die Todesursachen „verendet“ und „erdrückt“; Referenzkategorie = „verendet“

4.5 Analyse der Erdrückungsereignisse

Die deskriptiven Ergebnisse zu den Videoanalysen der Erdrückungsereignisse sind in Abhängigkeit von Buchtentyp, Fixierungsvariante und verursachender Verhaltensweise in Anhang 10.6.1 bis 10.6.2 dargestellt. Von den analysierten Videosequenzen der 650 erdrückten Ferkel fanden 292 (44,9 %) der Erdrückungsfälle bei geschlossenem Stand statt und 358 (55,1 %) Ereignisse entfielen auf die Situation bei geöffnetem Stand. Aufgetretene Mehrfach-Erdrückungen (Ereignis, bei dem mehrere Ferkel gleichzeitig erdrückt wurden) wie in Tabelle 20 angeführt, wurden jeweils als Einzelereignisse gewertet. Unter den 650 erdrückten Ferkeln wurde in 39 Fällen mehr als ein Ferkel (n = 88; 13,5 %) von 33 verschiedenen Sauen (neun aus HD und 24 aus GH) erdrückt, wobei fünf Sauen mehr als einmal mehrere Ferkel erdrückt hatten (zwei aus HD und drei aus GH). Bei Mehrfach-Erdrückungen stellten die Liegepositionswechsel die Hauptursache für Erdrückungen dar, knapp gefolgt von Abliegevorgängen aus dem Stehen und aus dem Sitzen. Anzumerken ist die verhältnismäßig hohe Anzahl von Mehrfach-Erdrückungen als Folge des Ausrutschens der Hinterhand.

Tabelle 20: Beobachtete Erdrückungsereignisse, bei denen mehr als ein Ferkel erdrückt wurde, nach Anzahl der Sauen, Ferkelalter, Standsituation und Aktion der Sau

		Anzahl zugleich erdrückter Ferkel		
		2 (n = 30 Fälle)	3 (n = 8 Fälle)	4 (n = 1 Fall)
Sauen	Anzahl	26	7	1
	Mittelwert (MW) bzw. exakter Wert*	0,84	-0,05	0,43*
	Standardabweichung (SD)	1,15	0,13	-
Ferkelalter (in Tagen)	Median (Med.)	0,55	-0,11	-
	Minimum (Min)	-0,23	-0,18	-
	Maximum (Max)	4,88	0,18	-
Standsituation (n)	geschlossen	16	5	1
	geöffnet	14	3	0
	Abliegen aus dem Stehen n (%)			
	in die Brust-Bauchlage (Ab-BB)	3 (10,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
	in die Seitenlage (Ab-Seite)	5 (16,7)	4 (50,0)	0 (0,0)
	Fallenlassen	0 (0,0)	1 (12,5)	0 (0,0)
	Abliegen aus dem Sitzen n (%)			
	in die Brust-Bauchlage (Ab-BB)	5 (16,7)	1 (12,5)	0 (0,0)
	in die Seitenlage (Ab-Seite)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)
	Liegepositionswechsel n (%)			
Aktion der Sau (Verhaltensweise, die zur Erdrückung geführt hat) n (%)	von der Seitenlage in die Brust- Bauchlage (Seite-BB)	1 (3,3)	0 (0,0)	0 (0,0)
	von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage (BB-Seite)	2 (6,7)	0 (0,0)	0 (0,0)
	Rollen um die Körperlängsachse von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage (Rollen: BB-Seite)	8 (26,7)	2 (25,0)	0 (0,0)
	Rollen um die Körperlängsachse von der Seitenlage in die Brust-Bauchlage (Rollen: Seite-BB)	1 (3,3)	0 (0,0)	0 (0,0)
	Rollen um die Körperlängsachse unter Aufstellen der Hinterhand (Rollen: aufstellen Hiha)	1 (3,3)	0 (0,0)	0 (0,0)
	Sonstige Tierbewegung nach Ausgangsposition n (%)			
	Stehen: Ausrutschen Hinterhand	4 (13,3)	0 (0,0)	0 (0,0)

In Summe fanden bei geschlossenem Abferkelstand 127 Abliegevorgänge aus dem Stehen (exkl. „Sonstige Tierbewegung aus dem Stehen“) statt (Tabelle 21). Hiervon ereigneten sich 118 Situationen (92,9 %) der Beobachtungen im Zusammenhang mit dem Berühren einer Buchteneinrichtung. Bei geöffnetem Stand führten die Sauen 81 Abliegevorgänge aus dem Stehen (exkl. „Sonstige Tierbewegung aus dem Stehen“) mit Erdrückungsfolge aus. Davon erfolgten 49 Beobachtungen (60,5 %) mit einer Berührung der Buchteneinrichtung. Am häufigsten kam es bei einer Erdrückung im Zuge eines Abliegevorgangs zu einem Kontakt mit der Standseite (insgesamt 139 Beobachtungen), wobei diese zu 79,9 % bei geschlossenem Stand auftraten.

Tabelle 21: Beobachtete Erdrückungsereignisse aus dem Stehen (exkl. „Sonstige Tierbewegung aus dem Stehen“) nach Berührung der Buchteneinrichtung

Berührte Einrichtung	Buchtentyp							
	Flügel		Knick		SWAP		Trapez	
	Stand geschl.	Stand geöffnet	Stand geschl.	Stand geöffnet	Stand geschl.	Stand geöffnet	Stand geschl.	Stand geöffnet
Standseite	29	15	27	5	20	1	35	7
Abliegebrett	NA*	NA*	NA*	NA*	7	5	NA*	NA*
Abweisbügel	NA*	5	NA*	8	NA*	0	NA*	1
Buchtenwand	NA*	0**	NA*	0	NA*	0	NA*	2
Keine	0	5	3	5	5	5	1	17
Summe	29	25	30	18	32	11	36	27

* NA = Wert in diesem Buchtentyp nicht vorgesehen, da Einrichtung nicht vorhanden

** in Flügelbucht Berührung der Buchtenwand in zwei Buchten in Gießhübl während der ersten 13 Durchgänge möglich

Das **Alter** der 650 erdrückten Ferkel in Lebenstagen (Differenz aus Zeitpunkt des Todes und Geburtsende) nach FV ist in Abbildung 44 ersichtlich. Auf Grund von Videoausfällen in der Geburtsphase konnte nicht bei allen Würfen ein Geburtsende und somit ein definitives Ferkelalter bestimmt werden (Ferkelalter unbekannt). Es ist zu erkennen, dass die meisten Erdrückungen in allen Fixierungsvarianten direkt am Tag der Geburt (Tag 0) stattfanden.

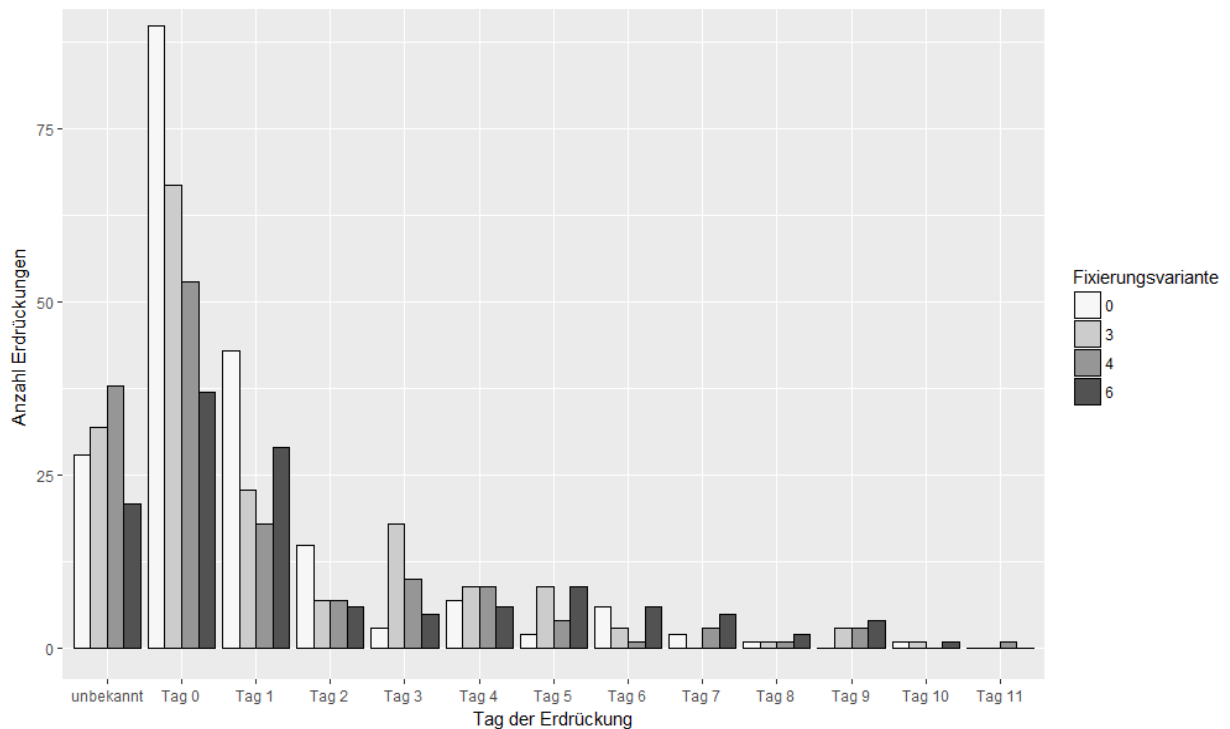


Abbildung 44: Verteilung der 650 erdrückten Ferkel, die einer Videoanalyse unterzogen wurden, nach Tag der Erdrückung und Fixierungsvariante

Der gesamte Datensatz wurde schließlich getrennt nach der buchtenspezifischen Ausgangssituation „Abferkelstand geöffnet“ und „Abferkelstand geschlossen“ einer Clusteranalyse unterzogen.

4.5.1 Interaktion Sau und Ferkel

Die im Zusammenhang mit der Interaktion zwischen Sau und Ferkeln vor dem Abliegen der Sau erfassten Parameter des Pre-lying behaviours, der Gruppierung der Ferkel und des Beachtens der Ferkel durch die Sau (vgl. Kap. 3.9.2 bzw. Definitionen im Anhang 10.5.1) trugen auf Basis der vorhandenen Datengrundlage nicht zu einer Clusterbildung bei. Auch die Elimination einzelner Variablen – beispielsweise der Gruppierung der Ferkel, welche nur im Stehen beurteilt wurde, wodurch die Ausgangsposition Sitzen in die Auswertung inkludiert werden konnte – ergab keine Verbesserung. Zwar wurden die Cluster hinsichtlich der jeweiligen Ausgangspositionen charakterisiert, jedoch lieferten diese Aufteilungen wiederum keine klaren Erkenntnisse über die zu untersuchenden Verhaltensmuster (Interaktion zwischen Sau und Ferkel).

In Tabelle 22 sind die absoluten und relativen Häufigkeiten der beobachteten Verhaltensweisen im Zusammenhang mit der Interaktion zwischen Sau und Ferkeln vor dem Abliegen angeführt. Es ist erkennbar, dass die Sauen in 77,9 % der Erdrückungsfälle aus dem Stehen Pre-lying behaviour („Verhalten“, siehe Tabelle 22) zeigten, wobei die Verhaltensweise „Rüssel-Boden“ dominierte. Beim Abliegen aus dem Sitzen war am häufigsten ein „Zurück-“ bzw. „Umblicken“ der Sauen zu beobachten.

Ein Gruppieren der Ferkel vor dem Abliegen der Sau aus dem Stehen (Gruppierung „aktiv“ oder „passiv“ – Definitionen vgl. Anhang 10.5.4) erfolgte in 112 von 208 (53,8 %) beobachteten

Erdrückungssequenzen. Bei 87 (41,8 %) Fällen war das betroffene Ferkel Teil dieser Gruppe. In insgesamt 94 (45,2 %) Fällen hatte die Sau eine Gruppierung der Ferkel nicht beachtet, sich also in Richtung der Gruppe abgelegt. Die ermittelten Häufigkeiten von „Gruppenmitglied ja“ und „Ferkelbeachtung ja oder nein“ sind nicht deckungsgleich (87 vs. 112 Fälle; Tabelle 22) – die möglichen Konstellationen, in denen Erdrückungen zustande kamen, werden anhand des Flussdiagramms in Abbildung 45 erläutert.

Die sieben Sonderfälle in Abbildung 45 (eingekreist) waren auf Situationen zurückzuführen, bei denen die Ferkel z.B. im Nest gruppiert waren, das erdrückte Ferkel aber nicht Teil dieser Gruppe war, da es sich direkt unter der stehenden Sau befunden hatte. Die Sau legte sich nachfolgend mit dem Körper in Richtung der Ferkelgruppe (per Definition hatte sie die Gruppe nicht beachtet) und zudem auf das Ferkel unter ihr (das nicht Teil der Gruppe war). Diese Situationen traten gehäuft (fünfmal) beim Abliegen in die Brust-Bauchlage auf. Ein „Fallenlassen“ der Sau trat ausschließlich im Zusammenhang mit dem Erdrücken eines in der Gruppe befindlichen Ferkels unter Nicht-Beachten dieser Gruppe durch die Sau auf. Ein Abliegen auf die Seite war im Zusammenhang mit dem Nicht-Beachten der Gruppe durch die Sau die häufigste Todesursache für die Ferkel dieser Gruppe.

Tabelle 22: Absolute und relative Häufigkeiten der beobachteten Erdrückungsereignisse aus dem Abliegen ausgehend vom Stehen oder Sitzen (exkl. „Sonstige Tierbewegung aus dem Stehen oder Sitzen“) im Zusammenhang mit den zum Verhaltenskomplex der Interaktion zwischen Sau und Ferkeln vor dem Abliegen erhobenen Parametern; n.e. = nicht erkennbar, n.b. = nicht beachtet, NA = Wert nicht vorgesehen

Ausgangsposition Sau	Untersuchte Verhaltensparameter																	
	Verhalten						Gruppierung					Gruppenmitglied			Ferkel beachtet			
	Ferkelkontakt n (%)	Rüssel-Boden n (%)	Scharren n (%)	Um-blicken n (%)	Keine n (%)	n.e. n (%)	Aktiv n (%)	Passiv n (%)	nicht gruppiert n (%)	außerhalb Reichweite n (%)	n.e. n (%)	Ja n (%)	Nein n (%)	NA n (%)	Be- achtet n (%)	n.b. n (%)	NA n (%)	
Stehen	61 (29,3)	93 (44,7)	4 (1,9)	4 (1,9)	22 (10,6)	24 (11,5)	96 (46,2)	16 (7,7)	60 (28,8)	32 (15,4)	4 (1,9)	87 (41,8)	25 (12,0)	96 (46,2)	18 (8,7)	94 (45,2)	96 (46,2)	
Sitzen	13 (14,8)	4 (4,5)	NA	31 (35,2)	31 (35,2)	9 (10,2)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Summe	74	97	4	35	53	33	96	16	60	32	4	87	25	96	18	94	96	

100

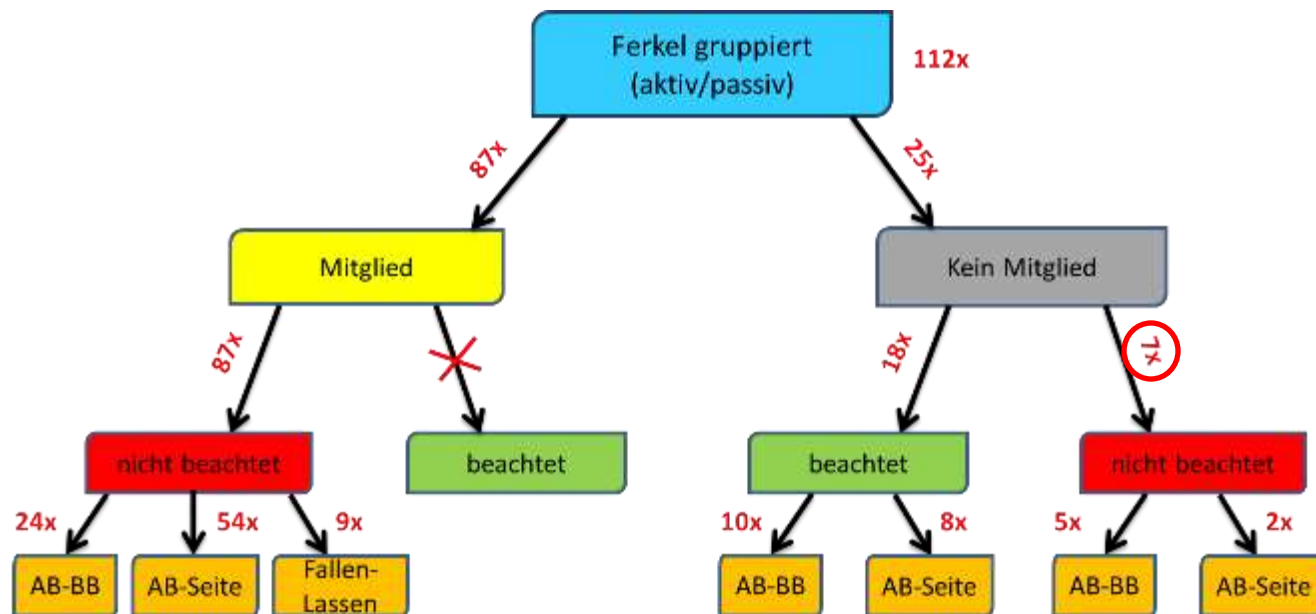


Abbildung 45: Flussdiagramm der beobachteten Erdrückungssequenzen beim Abliegen aus dem Stehen mit gruppierten Ferkeln

4.5.2 Abferkelstand geschlossen

4.5.2.1 *Ergebnisse der Clusteranalysen*

Bezüglich des Datensatzes bei geschlossenem Stand (292 Fälle) wurde bei Unterteilung in drei Cluster ein optimales Ergebnis erzielt (Silhouettenkoeffizient = 0,2), wobei auf Cluster 1 und Cluster 3 jeweils 78 (26,7 %) der Ereignisse entfielen und dem Cluster 2 insgesamt 136 (46,6 %) Fälle zugeordnet wurden (Tabelle 23). Die Clusterunterteilungen in Bezug auf alle weiteren untersuchten Variablen sind in Anhang 10.6.3 ersichtlich.

Tabelle 23: Clusterunterteilung für die Variable „Ausgangsposition der Sau“ bezüglich der drei Cluster bei geschlossenem Abferkelstand

Ausgangs- position	Cluster 1 n (% je Cluster)	Cluster 2 n (% je Cluster)	Cluster 3 n (% je Cluster)
Liegen	62 (79,5)	18 (13,2)	3 (3,8)
Sitzen	2 (2,6)	4 (2,9)	56 (71,8)
Stehen	14 (17,9)	114 (83,8)	19 (24,4)
Summe	78 (100,0)	136 (99,9)*	78 (100,0)

* Rundungsfehler

Bezüglich der numerischen Variablen Wurfzahl war zwischen den drei Clustern kaum ein Unterschied festzustellen (Abbildung 46), wohingegen im Hinblick auf das Ferkelalter deutlich wurde, dass – verglichen mit den beiden anderen Clustern – im 1. Cluster vermehrt ältere Ferkel vorkamen.

In Abbildung 47 und Abbildung 48 ist das Ergebnis der Clusteranalyse für die kategorialen Faktoren grafisch dargestellt. Eine Zeile steht hierbei für einen Cluster, eine Spalte für eine Kategorie der jeweiligen Variablen. Die Zellen, die sich daraus ergeben, wurden entsprechend dem Anteil an Beobachtungen je Cluster/Kategorie in Graustufen eingefärbt. Die Anteile beziehen sich hierbei auf die Gesamtanzahl je Cluster. Demnach bedeuten helle Zellen, dass der Anteil der Beobachtungen im jeweiligen Cluster, der der entsprechenden Kategorie zugeordnet wurde, hoch ist.

Die drei Cluster unterschieden sich insbesondere bezüglich der Ausgangsposition von Sau und betroffenem Ferkel. Für Cluster 1 lässt sich eine „typische Erdrückungssituation“ wie folgt charakterisieren: Die Erdrückungen traten gehäuft im Buchtentyp K im Bereich der Standfläche (Zone 6a-b) gefolgt von der Standabstützung (Zone 2) während der Anwendung der FV 3 unter gelegentlichem Einklemmen der Ferkel zwischen Buchteneinrichtung und Sau auf. Die in Körperkontakt zur Sau gelegenen Ferkel wurden von der Körperseite der Sau zumeist vollständig unter der Sau („komplett“) erdrückt, nachdem diese entweder einen Liegepositionswechsel von der Brust-Bauch- in die Seitenlage (mit und ohne Rollen) oder eine leichte Positionsveränderung (z.B. Gewichtsverlagerung) in der Brust-Bauchlage vollzogen hatte.

Im Cluster 2 traten Erdrückungen in allen Buchtentypen gleichermaßen und insbesondere im hinteren Standbereich (Zone 6b) auf, nachdem die Sau einen Abliegevorgang aus dem Stehen in die Seitenlage in der FV 4 durchgeführt hatte. Die zum Zeitpunkt der Erdrückung stehenden

Ferkel wurden vorwiegend von der Hinterhand oder Seite der Sau komplett erdrückt, hatten entweder keinen Kontakt zur Sau oder Gesäugekontakt und wurden nicht zwischen Buchteneinrichtung und Sau eingeklemmt.

Der 3. Cluster bei geschlossenem Abferkelstand wies ein gehäuftes Auftreten von Erdrückungen im Zusammenhang mit sitzenden Sauen auf, welche beim Abliegen in die Brust-Bauchlage zumeist das gesamte Ferkel („komplett“) unter dem Gesäuge im vorderen Standbereich (Zone 6a) und vorwiegend im Buchtentyp T ohne Einklemmen an der Buchteneinrichtung (keine Beteiligung) erdrückten. Ob die Ferkel zuvor Kontakt zur Sau hatten bzw. ihre jeweilige Ausgangsposition, war häufig nicht erkennbar (bedingt durch die Kameraeinstellung von hinten war der Bereich vor der Sau durch ihren Körper verdeckt). Die Erdrückungsfälle im 3. Cluster traten in der Fixierungsvariante 6 geringfügig häufiger, in FV 3 und 4 gleichmäßig verteilt auf. Bei geschlossenem Abferkelstand konnte definitionsgemäß kein Erdrückungsfall in der FV 0 (ohne Fixierung) beobachtet werden (Variablenausprägung = 0 bzw. schwarz).

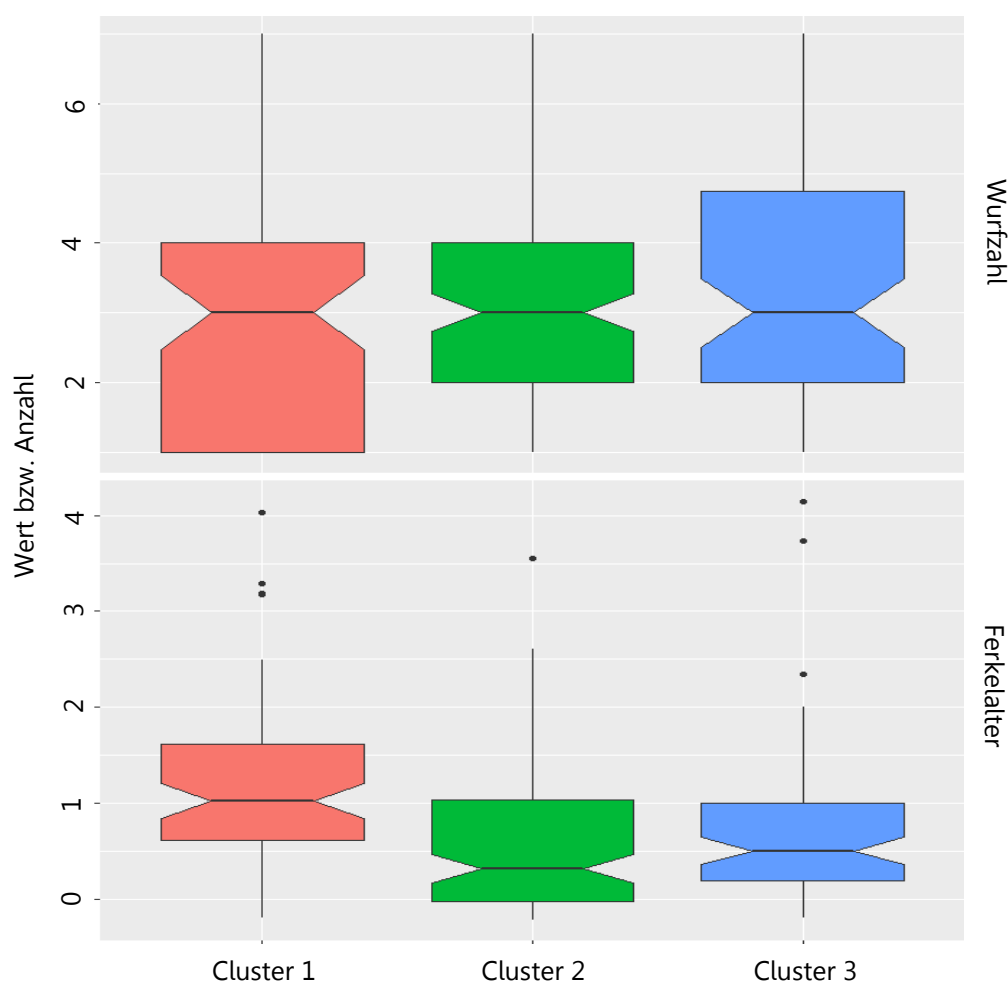


Abbildung 46: Boxplots für die numerischen Variablen Wurfzahl und Ferkelalter der drei identifizierten Cluster bei geschlossenem Abferkelstand; Höhe der Einkerbung stellt 95 % Konfidenzintervall für den Median dar

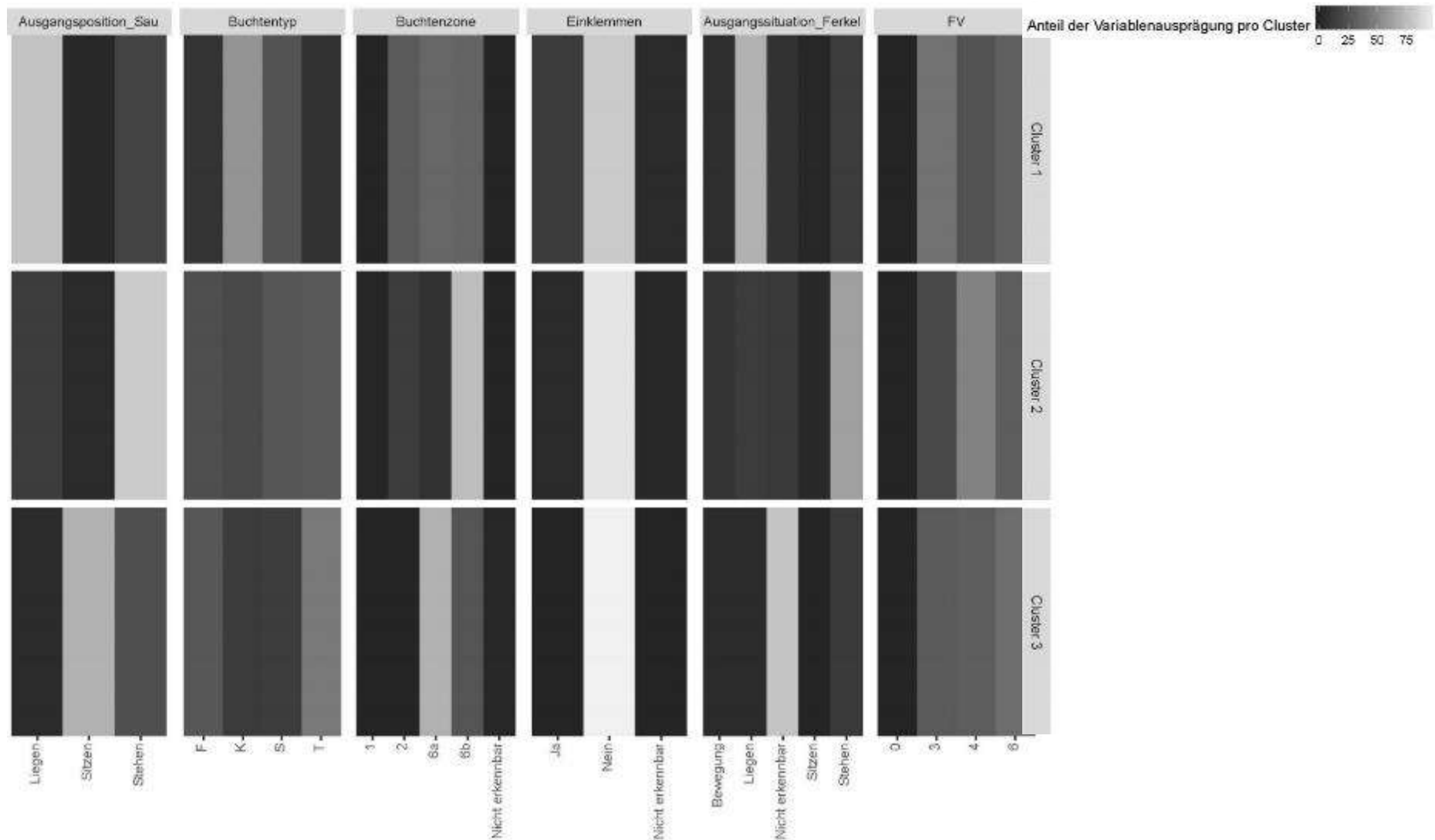


Abbildung 47: Clusterunterteilung bei geschlossenem Abferkelstand bezüglich der untersuchten kategorialen Variablen Ausgangsposition der Sau, Buchtentyp, Buchtenzone, Einklemmen zwischen Sau und Buchteneinrichtung, Ausgangssituation des Ferkels, Fixierungsvariante (dargestellt sind die prozentualen Anteile je Risikofaktor relativ zur Anzahl der Beobachtungen innerhalb des jeweiligen Clusters)

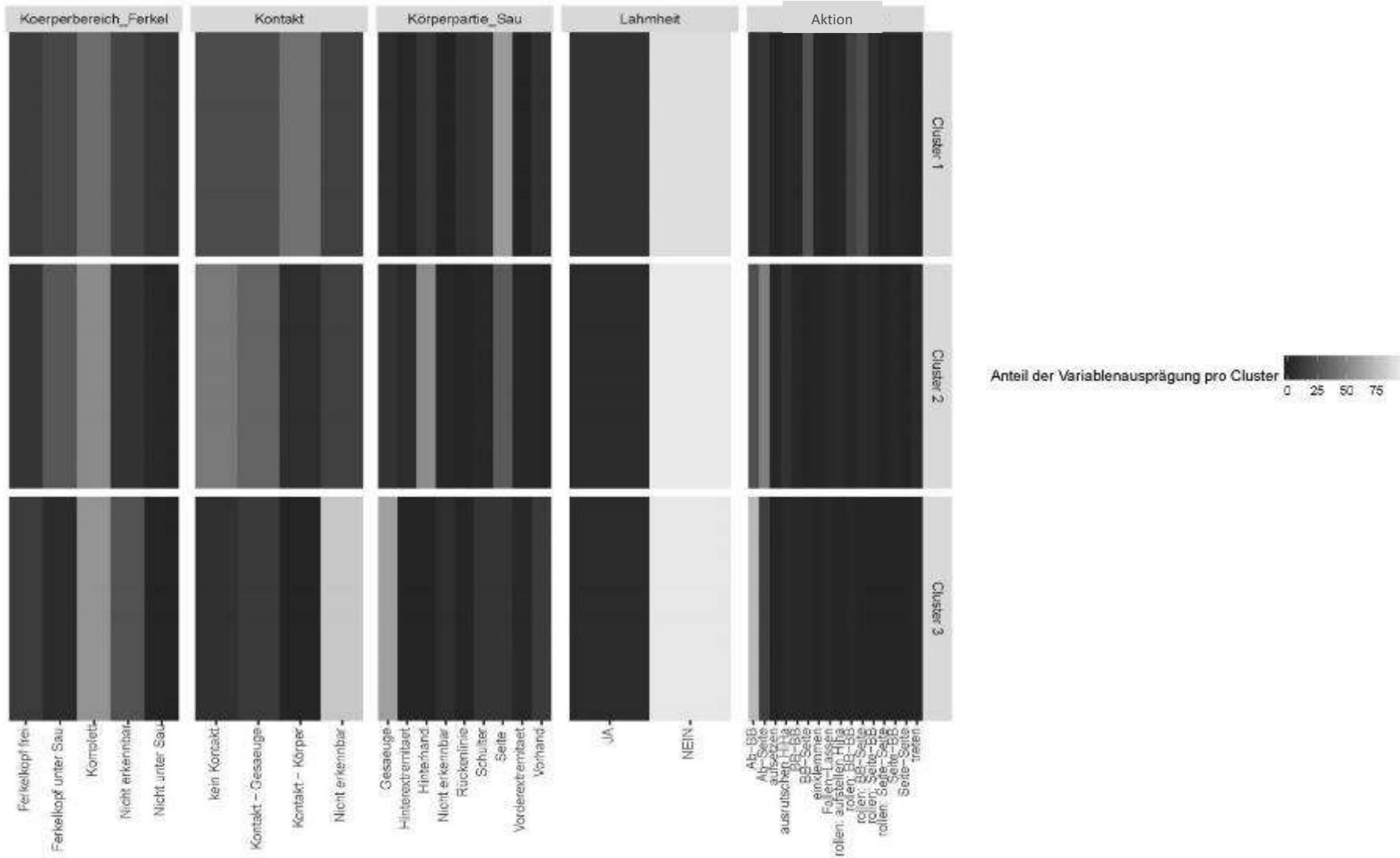


Abbildung 48: Clusterunterteilung bei geschlossenem Abferkelstand bezüglich der untersuchten kategorialen Variablen Körperbereich des Ferkels, Kontakt Ferkel-Sau, Körperpartie der Sau, Lahmheit der Sau und Aktion der Sau (dargestellt sind die prozentualen Anteile je Risikofaktor relativ zur Anzahl der Beobachtungen innerhalb des jeweiligen Clusters)

4.5.2.2 Buchtenspezifische Ergebnisse

Die Häufigkeiten von Erdrückungsfällen in Abhängigkeit von Buchtentyp und Buchtenzone sind in Tabelle 24 dargestellt. Lediglich bei einem Ereignis in der Trapezbucht konnte auf Grund der Kameraeinstellung die Buchtenzone nicht eindeutig ermittelt werden. Bei geschlossenem Stand traten in keinem der vier Buchtentypen Erdrückungsfälle im Bereich des Troges bzw. an der vorderen Standabstützung (Zone 3) auf. Im Stand- bzw. Liegebereich der Sau (Zone 6a-6b) waren die Ereignisse in der Knick- und Trapezbucht relativ gleichmäßig auf den vorderen und hinteren Standbereich verteilt. In der Flügel- und in der SWAP-Bucht trat die überwiegende Anzahl der Erdrückungen im hinteren Standbereich (6b) auf.

Tabelle 24: Verteilung (absolute und relative Häufigkeiten) der bei geschlossenem Stand beobachteten Erdrückungsereignisse nach Buchtenzone und Buchtentyp; NA = Wert nicht vorgesehen

Buchtenbereich	Buchtentyp							
	Flügel		Knick		SWAP		Trapez	
	n (%)		n (%)	n (%)		n (%)		n (%)
Zone 1 (Abferkelstand)	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)	1	(1,3)
Zone 2 (Stützrad/-fuß hinten am Abferkelstand)	NA**	NA**	30	(36,1)	2	(2,9)	10	(12,5)
Zone 3 (Trogbereich/-abstützung)	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
Zone 6a (vordere Bodenfläche d. Standes)	17	(27,9)	25	(30,1)	19	(27,9)	33	(41,3)
Zone 6b (hintere Bodenfläche d. Standes)	44	(72,1)	28	(33,7)	47	(69,1)	35	(43,8)
nicht erkennbar	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)	1	(1,3)
Summe	61	(100,)	83	(99,9)*	68	(99,9)*	80	(100,2)*

* Rundungsfehler

** Stand in der Flügelbucht freitragend, daher keine Standabstützung vorhanden

Eine direkte Beteiligung der Buchteneinrichtung an Erdrückungssituationen lag in 14 analysierten Fällen vor (Tabelle 25). Eine einzige detektierte Erdrückung ereignete sich in Zone 1 (Bereich des Abferkelstandes) in der Trapezbucht: Ein Ferkel wurde beim Aufsetzen der Muttersau zwischen Standtüre und Hinterhand eingeklemmt (siehe Abbildung 49).

Tabelle 25: Absolute Häufigkeiten der bei geschlossenem Stand beobachteten Erdrückungsereignisse unter direktem Einfluss der Buchteneinrichtung; d.B. = direkte Beteiligung, n.e. = nicht erkennbar, NA = Wert nicht vorgesehen

Buchtenbereich/-einrichtung	Buchtentyp							
	Flügel		Knick		SWAP		Trapez	
	d.B.	n.e.	d.B.	n.e.	d.B.	n.e.	d.B.	n.e.
Zone 1 (Abferkelstand)	0	0	0	0	0	0	1	0
Zone 2 (Stützrad/-fuß hinten am Abferkelstand)	NA*	NA*	11	4	0	0	2	2
Summe	0	0	11	4	0	0	3	2

* Stand in der Flügelbucht freitragend, daher keine Standabstützung vorhanden



Abbildung 49: Erdrückungssituation im Zusammenhang mit dem Einklemmen eines Ferkels zwischen hinterer Standtüre und Sau in der Trapezbucht

In Summe ereigneten sich 42 von 292 (14,4 %) der Erdrückungen bei geschlossenem Stand im Bereich der hinteren Standabstützung und hierbei der überwiegende Teil (30 Beobachtungen) in der Knickbucht (Tabelle 24). In diesem Zusammenhang erfolgten in Summe 13 Ereignisse (Tabelle 25) durch das direkte Einklemmen eines Ferkels zwischen Muttersau und Stützfuß (Knickbucht; Abbildung 50) oder Stützrad (Trapezbucht; Abbildung 51). In weiteren sechs Fällen konnte eine Beteiligung der hinteren Standabstützung bedingt durch die Kameraeinstellung nicht eindeutig ausgeschlossen werden. In der SWAP-Bucht kam es an der stärker nach außen gekröpften hinteren Standabstützung für die Ferkel zu keiner Erdrückung direkt an dieser Stütze (Abbildung 52 und Abbildung 53).



Abbildung 50: Für Erdrückungen kritischer Bereich an der hinteren Standabstützung (durch Einklemmen eines Ferkels zwischen Sau und Stützfuß) in der Knickbucht



Abbildung 51: Erdrückungsbereich an der hinteren Standabstützung (durch Einklemmen eines Ferkels zwischen Extremitäten der Sau und Stützrad) in der Trapezbucht



Abbildung 52: Lösung einer hinteren Standabstützung mit Platz für Ferkel zwischen Sützrohr und Sau in der SWAP-Bucht



Abbildung 53: Lösung einer hinteren Standabstützung mit Distanz zwischen Standabstützung und Extremitäten der Sau in der SWAP-Bucht

4.5.3 Abferkelstand geöffnet

4.5.3.1 Ergebnisse der Clusteranalysen

Für den Datensatz bei geöffnetem Stand ergab sich mit zwei Clustern ein optimales Zuordnungsergebnis (Silhouettenkoeffizient = 0,15). Hierbei wurden 217 (60,6 %) der 358 Fälle bei geöffnetem Stand dem Cluster 1 und 141 (39,4 %) Ereignisse dem Cluster 2 zugeteilt (Tabelle 26). Ergänzend dazu finden sich die Clusterunterteilungen in Bezug auf die anderen untersuchten Faktoren in Anhang 10.6.3.

Tabelle 26: Clusterunterteilung für die Variable „Ausgangsposition der Sau“ bezüglich der beiden Cluster bei geöffnetem Abferkelstand

Ausgangsposition	Cluster 1 n (% je Cluster)		Cluster 2 n (% je Cluster)	
Liegen	189	(87,1)	42	(29,8)
Sitzen	9	(4,1)	20	(14,2)
Stehen	19	(8,8)	79	(56,0)
Summe	217	(100,0)	141	(100,0)

Bei einem Vergleich der beiden Cluster im Hinblick auf die untersuchten numerischen Variablen war ein Unterschied für die Wurfzahl der Sau (Sauenalter) deutlich, wobei erdrückte Ferkel von älteren Sauen vermehrt im Cluster 2 vorkamen (Abbildung 54). Das Ferkelalter unterschied sich nicht zwischen den beiden Clustern.

Die beiden Cluster wurden – ähnlich wie bei geschlossenem Stand – insbesondere durch die Ausgangsposition von Sau und betroffenem Ferkel charakterisiert (Abbildung 55 und Abbildung 56). Die Erdrückungsvorgänge im Cluster 1 waren hauptsächlich gekennzeichnet durch die Ausgangsposition Liegen bei Sau und betroffenem Ferkel. Die Erdrückungen traten hierbei vor allem im Buchtentyp T gefolgt von K, in der Buchtzone 7a (planbefestigter Bereich innerhalb der freien Bewegungsfläche der Sau), ohne Einfluss der Buchtenstruktur (kein „Einklemmen“ bzw. „Dagegendrücken“) und bei Anwendung der FV 0 auf. In diesen Zusammenhang geriet zumeist der komplette Körper des Ferkels unter die Sau, nachdem dieses zuvor in Kontakt zum Körper der Sau gelegen war (beinahe alle Beobachtungen mit einem Kontakt des Ferkels zum Körper der Sau wurden Cluster 1 zugeordnet – siehe Anhang 10.6.3). Die liegenden Sauen erdrückten die liegenden Ferkel vorwiegend mit der Körperseite im Zuge eines Liegepositionswechsels mittels Rollen von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage auf der anderen Körperseite bzw. einem Liegepositionswechsel von der Brust-Bauch- in die Seitenlage ohne Rollen (alle 38 Erdrückungsereignisse mit einem Positionswechsel von der Brust-Bauch- in die Seitenlage ohne Rollen wurden dem Cluster 1 zugeordnet; vgl. Anhang 10.6.3). Dass der Ferkelkopf zum Zeitpunkt der Erdrückung frei war – das Ferkel sich also durch Lautäußerungen bemerkbar machen konnte – trat deutlich häufiger (fast viermal so häufig; vgl. Anhang 10.6.3) im Cluster 1 verglichen mit Cluster 2 auf.

Die Erdrückungssequenzen im Cluster 2 waren vorwiegend gekennzeichnet durch die Ausgangsposition „Stehen“ von Sau und Ferkel. Die Erdrückungen fanden gehäuft im Buchtentyp F und T statt und hierbei vor allem im freien Bewegungsbereich der Sau (7b gefolgt

von 7c und 7a) in der FV 0. Die Ferkel wurden auch in diesem Cluster meist komplett von der Sau erdrückt und hatten zuvor Kontakt zum Gesäuge aufgenommen oder keinen Kontakt zur Sau. Die stehenden Sauen erdrückten die Ferkel vorwiegend bei einem Abliegevorgang in die Seitenlage, gefolgt von Abliegevorgängen in die Brust-Bauchlage und zwar mit der Hinterhand, gefolgt von der Körperseite und dem Gesäuge.

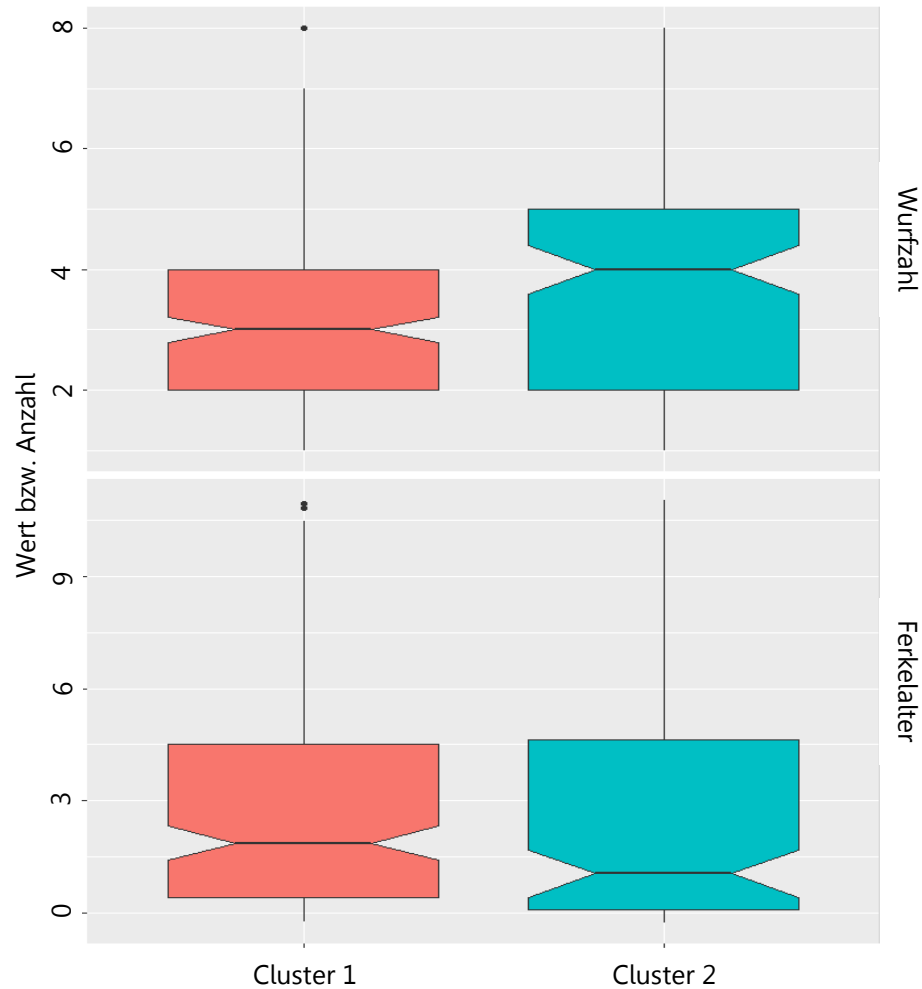


Abbildung 54: Boxplots für die numerischen Variablen Wurfzahl und Ferkelalter der beiden identifizierten Cluster bei geöffnetem Abferkelstand; Höhe der Einkerbung stellt 95 % Konfidenzintervall für den Median dar

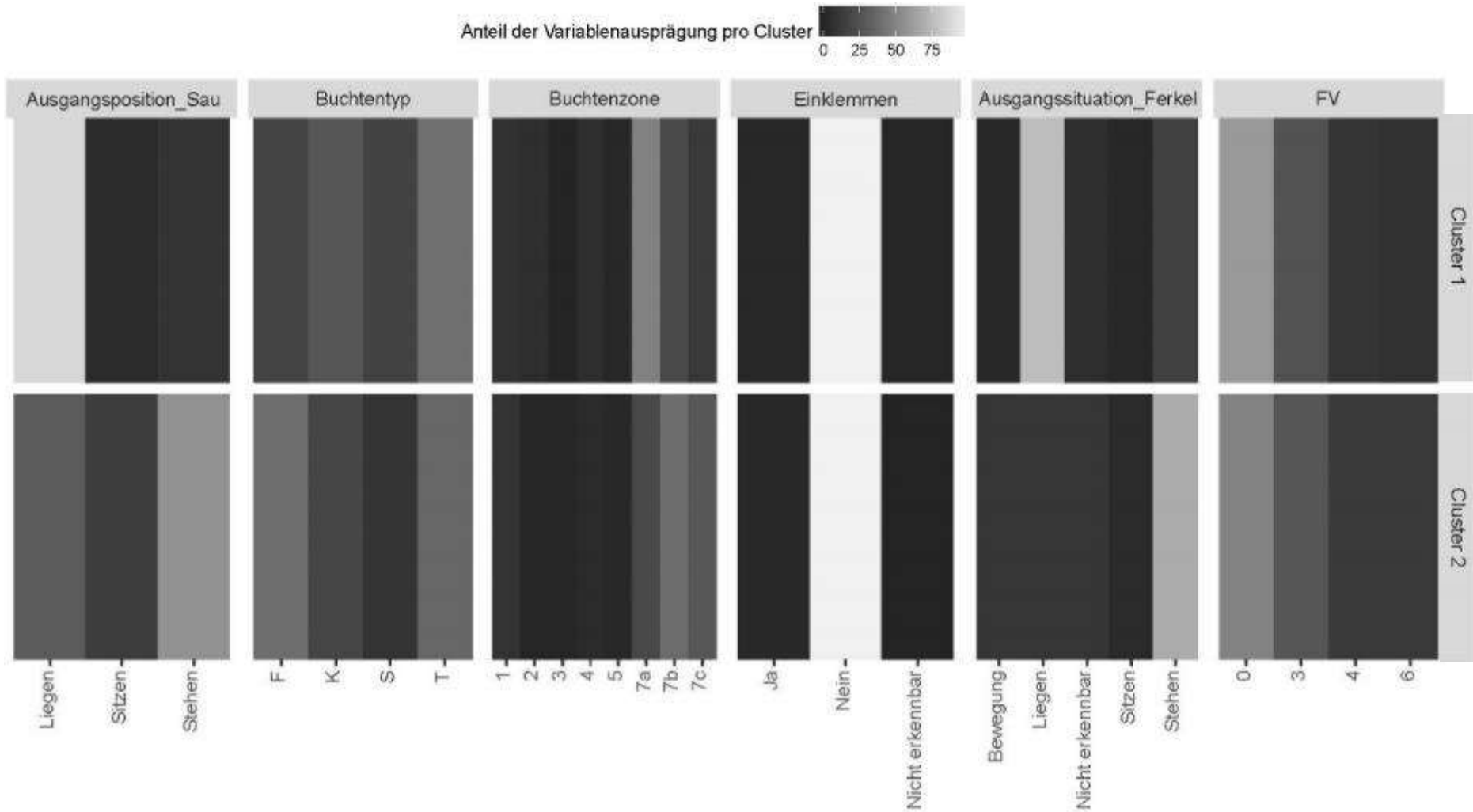


Abbildung 55: Clusterunterteilung bei geöffnetem Abferkelstand bezüglich der untersuchten kategorialen Variablen Ausgangsposition der Sau, Buchtentyp, Buchtenzone, Einklemmen zwischen Sau und Buchteneinrichtung, Ausgangssituation des Ferkels, Fixierungsvariante (dargestellt sind die prozentualen Anteile je Risikofaktor relativ zur Anzahl der Beobachtungen innerhalb des jeweiligen Clusters)

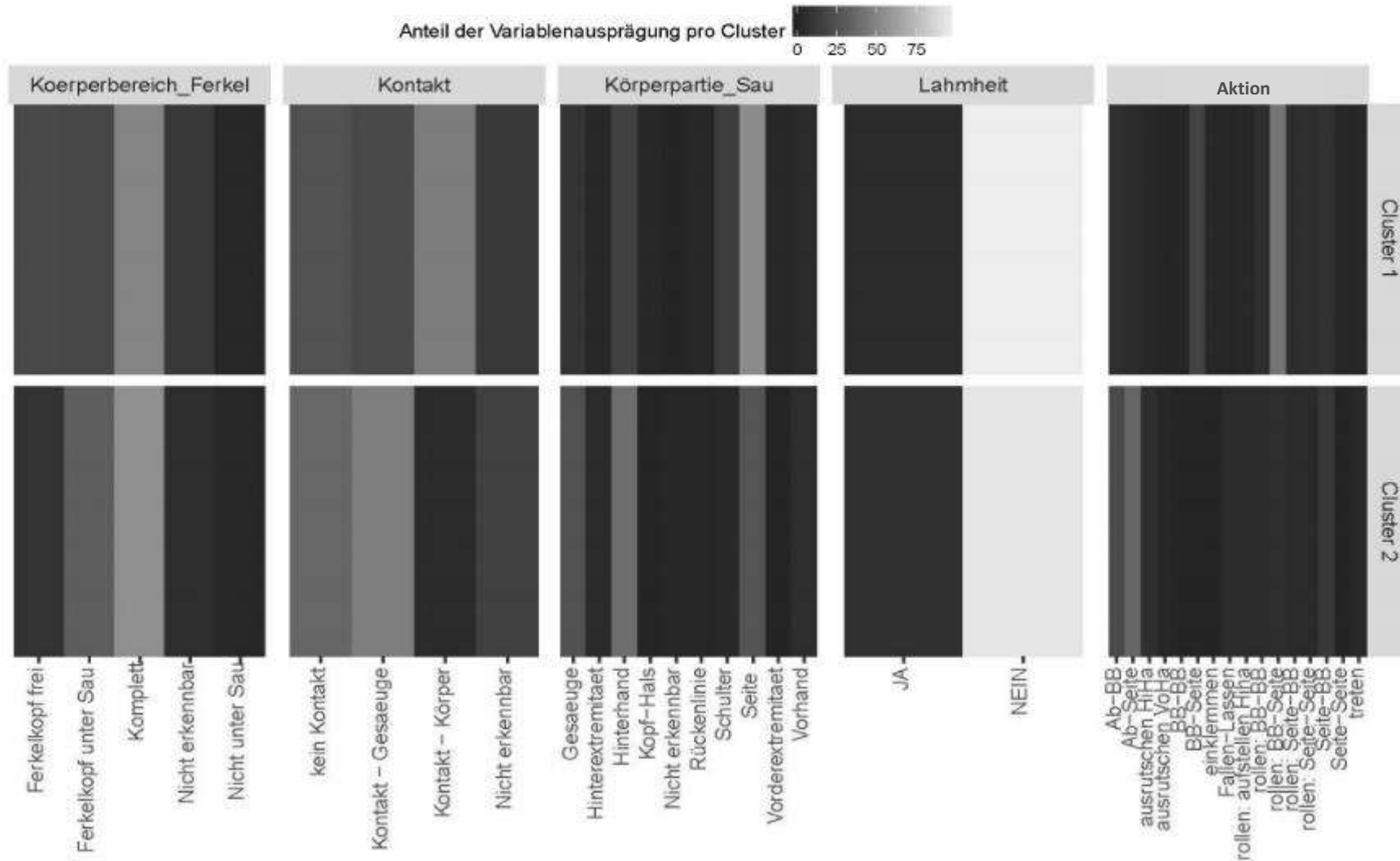


Abbildung 56: Clusterunterteilung bei geöffnetem Abferkelstand bezüglich der untersuchten kategorialen Variablen Körperbereich des Ferkels, Kontakt Ferkel-Sau, Körperpartie der Sau, Lahmheit der Sau und Aktion der Sau (dargestellt sind die prozentualen Anteile je Risikofaktor relativ zur Anzahl der Beobachtungen innerhalb des jeweiligen Clusters)

4.5.3.2 Buchtenspezifische Ergebnisse

Die genaue Verteilung von Erdrückungsfällen in den unterschiedlichen Buchtentypen der jeweiligen Buchtentypen ist in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Verteilung (absolute und relative Häufigkeiten) der bei geöffnetem Stand beobachteten Erdrückungsereignisse nach Buchtentyp und Buchtentyp; NA = Wert nicht vorgesehen

Buchtenbereich	Buchtentyp							
	Flügel		Knick		SWAP		Trapez	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Zone 1 (Abferkelstand)	7	(7,6)	8	(9,6)	4	(8,3)	8	(5,9)
Zone 2 (Stützrad/-fuß hinten am Abferkelstand)	NA*	NA*	7	(8,4)	4	(8,3)	1	(0,7)
Zone 3 (Trogbereich/-abstützung)	0	(0,0)	1	(1,2)	0	(0,0)	0	(0,0)
Zone 4 (Abweisstangen)	11	(12,0)	5	(6,0)	0	(0,0)	2	(1,5)
Zone 5 (Wandbereich ohne Abweiseinrichtung)	0**	(0,0)**	1	(1,2)	0	(0,0)	4	(3,0)
Zone 7a (Bewegungsbereich d. Sau)	3	(3,3)	21	(25,3)	36	(75,0)	73	(54,1)
Zone 7b (Bewegungsbereich d. Sau)	47	(51,1)	23	(27,7)	4	(8,3)	23	(17,0)
Zone 7c (Bewegungsbereich d. Sau)	24	(26,1)	17	(20,5)	0	(0,0)	24	(17,8)
Summe	92	(100,1)***	83	(99,9)***	48	(99,9)***	135	(100,0)

* Stand in der Flügelbucht freitragend, daher keine Standabstützung vorhanden

** in Flügelbucht Berührung der Buchtenwand in zwei Buchten in Gießhübl während der ersten 13 Durchgänge möglich

*** Rundungsfehler

Nur eine Erdrückung (in der Knickbucht) fand im Bereich des Troges bzw. der vorderen Standabstützung (Zone 3) statt. Diese ereignete sich jedoch nicht durch Einklemmen des Ferkels zwischen Sau und Trogabstützung (vgl. Tabelle 28). Die überwiegende Mehrheit der Erdrückungen bei geöffnetem Abferkelstand (295 Fälle, 82,4 %) ereignete sich im freien Bewegungsbereich der Sau (7a-c). Die Verteilung innerhalb der Zone 7 unterschied sich zwischen den vier Buchtentypen zum Teil deutlich: Insgesamt und in den Buchtentypen S und T erfolgten Erdrückungen vor allem auf dem planbefestigten Teilbereich 7a (gesamt 133 Vorfälle). Dagegen konzentrierten sich Erdrückungssituationen in der Flügelbucht auf die Zone 7b; im Bereich 7a ereigneten sich lediglich drei von insgesamt 92 Erdrückungsfällen. In der Knickbucht waren die beobachteten Ereignisse relativ gleichmäßig auf die drei Zonen des Bewegungsbereichs der Sau verteilt. Insgesamt fünf Erdrückungsereignisse fanden in ungeschützten Wandbereichen (Zone 5) statt, wobei vier davon auf die Trapezbucht entfielen. Jeweils in einem Fall in T und K war hierbei die Buchtenwand an der Erdrückung (durch „Dagegendrücken“) beteiligt (Tabelle 28).

Die meisten Ereignisse im Bereich der hinteren Standabstützung (Zone 2) traten bei geöffnetem Abferkelstand in der Knickbucht auf (sieben Erdrückungen), wobei keiner der Fälle im Zusammenhang mit einem Einklemmen des Ferkels zwischen Sau und Stützfuß verursacht worden war (vgl. Tabelle 28). Anders verhielt sich dies in der SWAP-Bucht: die hintere Standabstützung führte zwar im geschlossenen Stand zu keinerlei Problemen (vgl. Kap. 4.5.2.2) – auf Grund der starken Kröpfung ragte der Stützfuß jedoch bei geöffnetem Stand in den Liegebereich der Sau (Abbildung 57) und war hier Ursache für einen Erdrückungsfall durch „Dagegendrücken“ bzw. „Einklemmen“.

In Summe verendeten sieben Ferkel bei geöffnetem Abferkelstand im direkten Zusammenhang mit dem Einklemmen zwischen Sau und Buchteneinrichtung, wobei sich vier Fälle unter Beteiligung der an den Buchtenwänden montierten Abweisstangen ereigneten (Tabelle 28).

Tabelle 28: Absolute Häufigkeiten der bei geöffnetem Stand beobachteten Erdrückungsereignisse unter direktem Einfluss der Buchteneinrichtung; d.B. = direkte Beteiligung, n.e. = nicht erkennbar, NA = Wert nicht vorgesehen

Buchtenbereich/-einrichtung	Buchtentyp							
	Flügel		Knick		SWAP		Trapez	
	d.B.	n.e.	d.B.	n.e.	d.B.	n.e.	d.B.	n.e.
Zone 1 (Abferkelstand)	0	0	0	0	0	0	0	1
Zone 2 (Stützrad/-fuß hinten am Abferkelstand)	NA*	NA*	0	0	1	0	0	0
Zone 4 (Abweisstangen)	2	0	2	0	0	0	0	0
Zone 5 (Wandbereich ohne Abweiseinrichtung)	0**	0**	1	0	0	0	1	0
Summe	2	0	3	0	1	0	1	1

* Stand in der Flügelbucht freitragend, daher keine Standabstützung vorhanden

** in Flügelbucht Berührung der Buchtenwand in zwei Buchten in Gießhübl während der ersten 13 Durchgänge möglich



Abbildung 57: In den Bewegungsbereich der Sau hineinragender Stützfuß des geöffneten Abferkelstandes in der SWAP-Bucht, an dem Erdrückungen auftreten können

5 DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit stellte die Ferkelmortalität in unterschiedlichen Abferkelbuchtentypen mit temporärer Fixierung der Sau den zentralen Themenbereich dar. Diese sollte anhand von Produktionsdaten, Analyse von Sektionsdaten der zu Tode gekommenen Ferkel bzw. Verhaltensbeobachtungen im Zusammenhang mit Erdrückungsereignissen differenziert betrachtet werden. Hierfür wurden alle tot aufgefundenen Ferkel einer der drei definierten Todesursachen („tot geboren“, „verendet“ und „erdrückt“) basierend auf einem Abgleich der Einschätzung des Stallpersonals mit dem Ergebnis einer pathoanatomischen Untersuchung (Sektion durch TierärztIn) zugeordnet. In Fällen, in denen das Sektionsergebnis (z.B. auf Grund des fortgeschrittenen Verwesungszustandes des betroffenen Ferkels) nicht eindeutig war („nicht beurteilbar“ oder „unklar“), wurden zusätzlich Analysen des Videomaterials vorgenommen. Dies erfolgte auch, wenn die Einschätzungen des Tierbetreuungspersonals und des/der Tierarztes/Tierärztin divergierten. Auch PEDERSEN et al. (2011) erachten eine pathoanatomische Untersuchung toter Ferkel in Kombination mit einer Videoanalyse als essentiell, um Erdrückungen zweifelsfrei identifizieren zu können. Das in der gegenständlichen Arbeit angewandte dreistufige Verfahren stellt im Vergleich zu bis dato vorhandener Literatur durchaus eine Besonderheit dar und ermöglichte es, jedes tot aufgefundene Ferkel eindeutig einer der drei definierten Todesursachen zuzuordnen und die Daten differenziert auszuwerten (Erdrückungsrate ergänzend zur Mortalitätsrate bzw. Sektions- und Erdrückungsanalysen). Der mit dieser Herangehensweise in Zusammenhang stehende zeitliche Aufwand war allerdings erheblich und daher wurden die Videoanalysen nur für die Betriebe GH und HD vorgenommen.

5.1 Analyse der Ferkelmortalität

Unter den mit Hilfe der logistischen Regressionsmodelle analysierten möglichen Faktoren, die zu Ferkelverlusten beitragen, konnten die Fixierungsvariante, die Wurfgröße, die Wurfzahl und die Verabreichung von Oxytocin (im gesamten VZR bei Betrachtung der gesamten Mortalität) als Risikofaktoren identifiziert werden. Diese Faktoren werden nachfolgend, ebenso wie die Zielgröße Erdrückungsrate und der im gesamten VZR nicht als signifikant ermittelte Faktor BT, diskutiert. Eine mögliche Interaktion zwischen BT und FV fand keine Berücksichtigung im Modell, da das Ziel der Untersuchung nicht die Feststellung einer „optimale Kombination“ aus einer Fixierungsvariante und einem Buchtentyp war, sondern ermittelt werden sollte, ob ein bestimmter Buchtentyp basierend auf der Datengrundlage (ermittelte Mortalitäts- bzw. Erdrückungsraten) besonders (signifikant) positiv (weniger Verluste) oder negativ (höhere Verluste) auffällt. Daraus lassen sich grundsätzliche Aussagen zur Eignung des entsprechenden Buchtentypen für die temporäre Fixierung treffen. Ebenso sollten basierend auf den Ergebnissen der angestellten Modellrechnungen grundsätzliche Aussagen zur Wirkung der Fixierungsvarianten auf die Ferkelmortalität getroffen werden.

5.1.1 Fixierungsvarianten

Verlustraten in Abhängigkeit der Fixierungsvarianten:

In allen drei Modellen wurde in den untersuchten Abferkelbuchtentypen bei freier Abferkelung (FV 0) die signifikant höchste Verlustrate je Wurf festgestellt. Diese Beobachtungen bestätigen damit Studien von HALES et al. (2015a), HALES et al. (2015b) und MOUSTSEN et al. (2013), welche

ebenfalls unterschiedliche Fixierungszeiträume für Sauen in Abferkelbuchten mit Stand zum Öffnen (Buchtenflächen von 4,7 m² bzw. 5,3 m² und 6,3 m²) zum Gegenstand hatten. HALES et al. (2015a) ermittelten in demselben Buchtentyp SWAP wie in der vorliegenden Arbeit bei freier Abferkelung eine Verlustrate unter den lebend geborenen Ferkeln von 21,4 %. In der vorliegenden Studie lag für den gesamten VZR die kalkulierte Gesamtverlustrate (Verluste unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) über alle Buchtentypen hinweg bei 17,4 % und somit etwas niedriger. Anzumerken ist allerdings, dass bei HALES et al. (2015a) vor dem Wurfausgleich (innerhalb der ersten 12-24 Stunden auf 13-14 Ferkel) mit rund 17 Ferkeln eine sehr hohe Anzahl von lebend geborenen Ferkeln je Wurf vorlag. Des Weiteren differierte der Beobachtungszeitraum zwischen den Studien um bis zu 11 Tage: In der Untersuchung von HALES et al. (2015a) wurden Daten bis zum Absetzen am 28. LT analysiert, wohingegen in der vorliegenden Arbeit der gesamte VZR auf Grund der unterschiedlichen Produktionsrhythmen der drei Betriebe Daten bis zum mindestens 17. LT enthielt. Auch war die in der vorliegenden Arbeit ermittelte Verlustrate von 17,4 % über alle fünf Buchtentypen hinweg ermittelt worden. Buchtenspezifische Mortalitätsraten bzw. Vorhersagen wurden für den gesamten VZR nicht gerechnet, da sich der BT in diesem VZR nicht als signifikanter Einflussfaktor auf die Ferkelsterblichkeit erwiesen hatte – derartige Vorhersagen liegen nur für den kurzen VZR vor (20,4 % in der SWAP-Bucht bei FV 0).

Analog zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie hat sich eine Fixierung der Sau bis zum 4. Tag p.p. auch in den Untersuchungen von HALES et al. (2015a), HALES et al. (2015b) und MOUSTSEN et al. (2013) als effektive Managementmaßnahme zur Reduktion der Ferkelmortalität im Vergleich zur freien Abferkelung erwiesen. Zwischen den Varianten mit temporärer Fixierung der Sau lagen in der gegenständlichen Untersuchung keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Ferkelmortalität vor. Im Gegensatz dazu stellten HALES et al. (2015a) einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Ferkelmortalität zwischen der Variante „LC“, welche äquivalent zu FV 3 (Fixierung p.p.) ist, und „CC“ (äquivalent zu FV 4 mit Fixierung a.p.) fest. In der genannten Studie wurde, wie bereits erwähnt, lediglich ein Buchtentyp (SWAP-Bucht) untersucht, allerdings mit deutlich mehr Würfen (n = 2139) als in der vorliegenden Arbeit.

Eine über den 4. LT hinausgehende Fixierung bis zum 7. LT zog gemäß MOUSTSEN et al. (2013) keine weitere Reduktion der Ferkelmortalität nach sich. Auch in der vorliegenden Untersuchung führte eine über den 4. LT hinaus andauernde Fixierung der Sau (bis zum 6. LT in FV 6) zu keiner weiteren Verminderung hinsichtlich der Ferkelverlustrate.

KILBRIDE et al. (2012) fanden beim Vergleich von temporärer Fixierung mit freien Abferkelsystemen und Systemen mit permanenter Fixierung im Kastenstand über 112 Betriebe hinweg keinen signifikanten Unterschied in der Ferkelmortalitätsrate. Dabei wurde angeführt, dass bei temporärer Fixierung von Sauen die Mortalität möglicherweise lediglich vom ersten Lebenstag auf die Öffnungstage (2. und 3. Lebenstag) verschoben wurde, da an diesen Tagen deutlich mehr Verluste auftraten als am Tag der Geburt. Dies kann in der gegenständlichen Untersuchung nicht bestätigt werden. Zum einen war das Versuchsdesign ausschließlich auf die Untersuchung von Abferkelsystemen mit zeitweiser Fixierung der Sau ausgerichtet (kein Vergleich zur permanenten Fixierung) und zum anderen wurden anhand der Ergebnisse hinsichtlich der Ferkelmortalität in den unterschiedlichen angewandten Fixierungsvarianten (FV 3, 4 und 6) doch klare Unterschiede zur freien Abferkelung (FV 0) deutlich. Allerdings gibt es weitere Studien, die eine erhöhte Gefährdung für die Ferkel unmittelbar nach der Stand-Öffnung beschreiben (CHIDGEY et al. 2015, JAIS UND SCHNEIDER 2017, KING et al. 2018), wobei insbesondere vitale Ferkel betroffen zu sein scheinen (JAIS UND SCHNEIDER 2017). Sowohl HALES

et al. (2015a) als auch HALES et al. (2015b) verzeichneten verglichen mit völlig freier Abferkelung höhere Verluste in der an die Stand-Öffnung (am 4. Lebenstag) anschließende Phase. Begründet wird dies zum einen durch die vorangegangene höhere Mortalitätsrate bei freier Abferkelung bis zum 4. LT und die nachfolgend geringere Anzahl verbliebener Ferkel (HALES et al. 2015a), die dann auch einem geringeren Erdrückungsrisiko ausgesetzt waren (WEARY et al. 1998). Andererseits wird erwähnt, dass durch die Fixierung in den ersten Lebenstagen möglicherweise schwache Ferkel geschützt wurden, die dann nach Stand-Öffnen von der nunmehr freien Sau erdrückt wurden (HALES et al. 2015b). Die vorliegenden Modellergebnisse zur Ferkelmortalität in den unterschiedlichen Fixierungsvarianten zeigen aber deutlich, dass die Verlustraten in FV 3, 4 und 6 durch einen möglicherweise vorhandenen Anstieg nach der Stand-Öffnung nicht mehr das Ausmaß in FV 0 erreichten und die Schutzwirkung durch den Stand demnach überwog.

Vergleich der Verlustraten zwischen temporärer und permanenter Fixierung:

In einigen Studien wurde ein Vergleich der temporären Fixierung mit der permanenten Haltung im Kastenstand der Abferkelbucht angestellt. Hierbei erwies sich die dauerhafte Kastenstandhaltung hinsichtlich der Ferkelverluste bzw. Erdrückungsverluste signifikant (siehe auch Tabelle 3) als vorteilhaft (CHIDGEY et al. 2015, VAN WETTERE 2017, VERHOVSEK 2007). Ein diesbezüglicher direkter Vergleich mit der permanenten Haltung im Abferkelstand wurde in den drei Forschungsbetrieben nicht angestellt, da die permanente Fixierung basierend auf der beschlossenen Gesetzesnovelle (BGBl. II Nr. 61/2012) keine Option mehr für Ferkelproduzenten ab 2033 darstellen wird. Darüber hinaus liegen alljährliche Vergleichsdaten zu in den österreichischen Arbeitskreisbetrieben erzielten Ferkelverlusten vor (BMNT 2018). Eine Gegenüberstellung der Daten zeigt, dass die im Jahr 2017 erhobene mittlere Verlustrate von 13,3 % (BMNT 2018) mit den ermittelten Mortalitätsraten in den Fixierungsvarianten 3, 4 und 6 (13,7 %, 11,1 % und 12,6 %) vergleichbar ist. In ähnlicher Weise wurden vergleichbare Ergebnisse zwischen temporärer (bei Geburt fixierter Sau) und permanenter Fixierung von CONDOUS et al. (2016), LAMBERTZ et al. (2015) und SINGH et al. (2016) dokumentiert

Verlustraten in Abhängigkeit des Fixierungszeitpunktes:

Bei Betrachtung des gesamten Versuchszeitraums zeigte sich unter Anwendung der FV 4 im Vergleich zur FV 3 eine tendenziell geringere Ferkelmortalität ($p = 0,071$). Der managementbezogene Unterschied zwischen diesen beiden Varianten bestand in der Bewegungsmöglichkeit der Sau während der Geburt. Warum die genannte Tendenz nicht auch zwischen FV 3 und FV 6 vorlag, kann nicht schlüssig erklärt werden. Möglicherweise spielt die zwei Tage länger andauernde Fixierungsphase eine (noch nicht näher definierbare) Rolle im Hinblick auf die Ferkelverluste.

Gemäß MOUSTSEN et al. (2013) unterschieden sich die Mortalitätsraten nach Wurfausgleich nicht hinsichtlich des Fixierungszeitpunktes (vor oder nach der Geburt). Betrachtet man allerdings den Zeitraum vor dem Wurfausgleich, so werden signifikante Unterschiede – mit mehr Verlusten bei freier Sau – deutlich. In ähnlicher Weise führen CONDOUS et al. (2016) und HALES et al. (2015a) höhere Ferkelverlusten in Würfen von bei Geburt freien Sauen an. Sauen stehen nach der Geburt des ersten Ferkels häufig auf (TROXLER 2012) bzw. sind sehr aktiv (JARVIS et al. 1999) und führen insbesondere während der ersten zwei Stunden der Geburt vermehrt Positionswechsel aus, welche nachfolgend abnehmen und acht Stunden p.p. wieder ansteigen (PEDERSEN et al. 2003). Diese Phase vermehrter Aktivität um die Geburt wird als besonders riskant für die Ferkel erachtet (WEARY et al. 1996b). Zusammenfassend zu ihren Arbeiten zur

temporären Fixierung streicht HALES PEDERSEN (2015) die Phase von der Geburt bis zum Wurfausgleich als den bedeutendsten Zeitraum im Hinblick auf die Ferkelmortalität hervor und erachtet die Fixierung in diesem Zeitraum als wichtige Maßnahme zur Reduktion der gesamten Ferkelmortalität (vor bzw. nach Wurfausgleich). Die vorliegenden Daten erlauben allerdings keine solche Aussage.

In der praktischen Anwendung stellten die Managementvorgaben der FV 3 eine Herausforderung für das Stallpersonal dar: Das Geburtsende war gemäß Management-Handbuch mit dem vollständigen Abgang der Nachgeburt definiert. Dieser Abgang war jedoch nicht immer zweifelsfrei festzustellen, da entweder Teile der Nachgeburt bereits in den Güllekanal gelangt waren oder die Nachgeburt zum Zeitpunkt der Kontrolle erst unvollständig ausgetrieben war. Somit wurde die Definition auf eine manuelle (nachgeburtliche) Kontrolle erweitert, um festzustellen, ob noch Ferkel im Geburtskanal vorhanden waren. Eine Fixierung der Sau konnte somit auch bereits nach Austreibung des letzten Ferkels erfolgen. Das Auftreiben der Sauen direkt nach der Geburt erwies sich in der FV 3 als besonders schwierig, da die Tiere zu diesem Zeitpunkt zum einen von der Geburt geschwächt waren und sich zum anderen im Prozess des ersten Säugens befanden. Das erschwerte Auftreiben von Sauen in der Phase post partum wurde auch von Haidl et al. (2016) und Hutson et al. (1992) beobachtet. Möglicherweise wäre es in diesem Zusammenhang praktikabler, die Sauen in Abhängigkeit der Fresszeiten, wenn sie ohnehin am Trog stehen, zu fixieren.

HALES et al. (2015a) bezeichnen die Fixierung nach der Geburt als einen möglichen Störfaktor, von dem allerdings noch nicht bekannt ist, inwiefern dieser die Sauen beeinflusst: So könnte eine Fixierung nach der Geburt negative Effekte auf das Säugeverhalten der Sauen haben. Als ein Indiz dafür wird eine höhere Anzahl toter Ferkel mit leerem Magen aus Würfen, bei denen die Sauen p.p. fixiert wurden, genannt. Es wird vermutet, dass Sauen, die post partum fixiert wurden, sich erst von der Geburt erholen und zusätzlich noch an den Zustand des Eingesperrt-Seins gewöhnen mussten (HALES et al. 2015a).

Werden Sauen bereits vor der Geburt fixiert, so könnte eine kürzere Fixierungsperiode (zwei Tage verglichen mit fünf Tagen a.p.) gemäß Verhovsek (2007) einen positiven Effekt auf die Geburtsdauer haben. Bei der Wahl des optimalen Fixierungszeitpunktes ist neben den genannten produktionsbezogenen Parametern (Ferkelverluste, Arbeitswirtschaft) jedenfalls auch den Bedürfnissen der Sau entsprechende Bedeutung beizumessen. Eine Fixierung ante partum beeinträchtigt die adäquate Ausübung des endogen gesteuerten Nestbauverhaltens, was auch mit physiologischen Reaktionen der Sauen assoziiert war (stärkere sympathische Aktivierung bei a.p. gegenüber p.p. fixierten Sauen; Mayer und Zöchbauer (2016)). Insgesamt betrachtet wirkt sich die Einschränkung des Nestbauverhaltens nachteilig auf das Wohlergehen der Sauen aus (Damm et al. 2003, Jarvis et al. 1997, Jarvis et al. 2001, Lawrence et al. 1994, Mayer und Zöchbauer 2016). Unabhängig von den o.g. Kriterien zur Wahl des geeigneten Fixierungszeitpunktes wird ein Schließen des Standes während der Geburt empfohlen, wenn Sauen unter Beinschwäche oder Milchfieber leiden, bei Schweregeburten und bei Aggressivität der Sau (zum Schutz des Betreuungspersonals; Friedli et al. (1994)).

Effekte in Abhängigkeit des Versuchszeitraums:

Ein direkter Vergleich zwischen kurzem und gesamtem Versuchszeitraum hinsichtlich der Mortalitätsraten ist nicht zulässig, da die Modellrechnungen auf einer unterschiedlichen Datenbasis beruhen. Dass unterschiedliche Einflussfaktoren (z.B. Buchtentyp) identifiziert wurden, kann zum einen auf dieser unterschiedlichen Datengrundlage (im kurzen VZR lagen 112 Beobachtungen mehr vor und die zusätzlichen Daten stammen überwiegend aus den kurz

geführten Abferkeldurchgängen im Betrieb MD; vgl. Kap. 3.7.2 und 3.7.3), zum anderen aber auch auf eine Wechselwirkung zwischen Betrieb und Verlustursachen zurückzuführen sein, wobei eine Trennung dieser Effekte nicht möglich ist.

5.1.2 Wurfgröße

Die Wurfgröße hatte in allen Modellen signifikanten Einfluss auf die Mortalitätsrate. Eine ansteigende Mortalitätsrate mit zunehmender Wurfgröße wurde auch in anderen Studien bereits mehrfach nachgewiesen (JARVIS et al. 2005, KAMPHUES 2004, MARCHANT et al. 2000, WEARY et al. 1998, WEBER et al. 2006). In diesem Zusammenhang spielt die mit steigender Wurfgröße zunehmende Streuung der Geburtsgewichte innerhalb des Wurfes eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Überlebensfähigkeit der Ferkel (MARCHANT et al. 2000). Je mehr Ferkel sich in einer Bucht befinden, desto höher ist grundsätzlich auch die Wahrscheinlichkeit, dass die Sau Ferkel „übersieht“ und erdrückt oder diese auf Grund der begrenzten Zitzenanzahl und/oder Milchleistung nicht ausreichend versorgt werden und daher aus anderen Gründen verenden. Untersuchungen von WEBER et al. (2006) zufolge stieg die Ferkelverlustrate bereits ab einer Wurfgröße von 12 Ferkeln deutlich – unabhängig von der Art des Buchtentyps bzw. der Konstruktion und dem Flächenangebot – an. Ein stärkerer Zusammenhang von Erdrückungsverlusten mit der Wurfgröße als mit der Buchtengestaltung selbst wird auch von SCHIPPER (2014) angeführt. BAXTER et al. (2012a) erwähnen je zusätzlich geborenem Ferkel einen Anstieg der Mortalitätsrate um 1,5-2 Prozentpunkte und HERMESCH (2000) sieht eine Wurfgröße von 13 Ferkeln als kritische Grenze. In der vorliegenden Studie lag die durchschnittliche Wurfgröße (nach Wurfausgleich) bei 13 Ferkeln. Mittlere Wurfgrößen von knapp 17 lebend geborenen Ferkeln je Wurf, wie in einer Studie von HALES et al. (2015a) beobachtet, sind als eindeutiger Risikofaktor für Ferkelverluste zu sehen. In der genannten Studie wurde intensiver Wurfausgleich (auf rund 14 Ferkel) betrieben bzw. musste ein Anteil von 20 % der Ferkel Ammensauen zugeführt werden und dennoch lagen die Verlustraten lebend geborener Ferkel unter Anwendung unterschiedlicher Fixierungsvarianten (freie Abferkelung, Fixierung vor bzw. nach der Geburt bis 4 Tage p.p.) zwischen 17,9 % und 21,4 %.

Ein intensives Versetzungsregime, wie jenes im Betrieb GH (maximal 13-14 Ferkel verblieben bei der Sau), scheint wirkungsvoll gewesen zu sein, um die mittleren Verluste im gesamten Versuchszeitraum und über alle Fixierungsvarianten hinweg in einem moderaten Bereich von 15 % zu halten (vgl. Tabelle 11). Grundsätzlich sollten sich in einem Wurf nicht mehr Ferkel befinden als funktionelle Zitzen an der Sau verfügbar sind. Bei den vergleichsweise kleinen Abferkelgruppen mit sehr fruchtbaren Sauen in HD und auch MD kam es auf Grund der hohen Wurfgrößen zu sehr eingeschränkten Möglichkeiten, die Ferkel zu versetzen. Dies führte dazu, dass die schwächeren Ferkel des Wurfes zu wenig Milch bekamen und kümmernten oder verhungerten (Betrieb HD) bzw. aus Tierschutzgründen euthanasiert werden mussten (insbesondere Betrieb MD). Zudem verbringen unterernährte Ferkel möglicherweise mehr Zeit im Nahbereich der Sau und haben somit ein höheres Risiko erdrückt zu werden (WEARY et al. 1996a).

Große Würfe stellen somit ein tierschutzrelevantes Problem dar (RUTHERFORD et al. 2013) und erfordern ein hohes Maß an Tierbeobachtung und entsprechend angepasstes Management. Auch ist die Ausrichtung der Zuchtziele ausschließlich auf die Wurfgröße in diesem Zusammenhang als kontraproduktiv zu bezeichnen: Vielmehr muss der Fokus auf kleinere Würfe (Wurfgröße angepasst an die Zitzenanzahl der Sau) mit einem hohen Maß an Ausgeglichenheit innerhalb des Wurfes mit insgesamt vitalen Ferkeln gelegt werden. In

Österreich beschäftigt sich aktuell das Projekt „OptiZucht“ mit der Implementierung eines Ferkelvitalitätsindex in die Zuchtwertschätzung sowie mit einer züchterischen Verbesserung der Mütterlichkeit der Zuchtsauen (PFEIFFER 2017). Im Hinblick auf die ab 2033 vollständig erfolgte Umstellung auf höchstens temporäre Fixierung im Abferkelbereich der österreichischen Ferkelproduzenten können diese züchterisch bearbeiteten Faktoren von erheblicher Bedeutung sein. Während der Kastenstand natürliche Verhaltensweisen der Sauen weitestgehend eingeschränkt und mangelnde Mütterlichkeit bisweilen überdeckt hat (JARVIS et al. 2005), gewinnt mütterliches Verhalten bei temporär freibeweglicher Sau deutlich an Bedeutung.

5.1.3 Wurfzahl

Die in dieser Studie signifikant ansteigende Ferkelmortalität bzw. Erdrückungsrate mit zunehmendem Sauenalter stimmt mit den Beobachtungen in zahlreichen anderen Studien überein (BAXTER et al. 2008, GÄDE et al. 2008, HALES PEDERSEN 2015, JARVIS et al. 2005, KAMPHUES 2004, WEARY et al. 1998). Darüber hinaus nimmt bis zum 5. bzw. 6. Wurf auch die Anzahl geborener Ferkel (Wurfgröße) zu (HOLYOAKE et al. 1995, KOKETSU et al. 2017), was auf den Zusammenhang und die Bedeutung beider Einflussfaktoren im Hinblick auf die Ferkelverluste hinweist. Des Weiteren weisen jüngere Sauen (1. und 2. Wurf) auch dann geringere Verluste auf, wenn ihre Würfe auf eine höhere Ferkelanzahl als bei den älteren Sauen ausgeglichen werden (HALES et al. 2015b). Mit zunehmender Wurfzahl werden Sauen größer, schwerer und auch schwerfälliger (D'EATH UND JARVIS 2002, HALES et al. 2015a, PRANGE 2004, WEARY et al. 1998). Vor allem in den kleineren in dieser Studie untersuchten Buchtentypen mit einem Mindestmaß von 5,50 m² könnte es je nach Öffnungsgeometrie des Standes und damit verbundener unterschiedlicher Flächenverfügbarkeit für die Sau (Flügelbucht: 3,12 m²; Knickbucht: 3,41 m²; Trapezbucht: 3,52 m²) mitunter zu Einschränkungen in der Bewegungsfreiheit (erschwertes Umdrehen bei geringerem Wendekreis) kommen. Die Mindestfläche, die vorgesehen werden sollte, damit sich Sauen (mit einem angenommenen Gewicht von 350 kg) umdrehen können, sollte Berechnungen von BAXTER et al. (2011) zufolge 2,44 m² Bodenfläche bzw. 3,17 m² auf Schulterhöhe der Sau betragen – wobei weitere Untersuchungen notwendig sind, um diese Annahmen abzusichern.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass bei den vorliegenden Modellrechnungen keine Wechselwirkungen zwischen dem Buchtentyp und der Wurfzahl berücksichtigt wurden und keine Rückschlüsse darauf gezogen werden können, ob möglicherweise Interaktionen zwischen dem Alter der Sau (nach den definierten Altersklassen oder kontinuierlich) mit einem bestimmten Buchtentyp vorliegen.

5.1.4 Oxytocingabe

Bei Betrachtung des gesamten Versuchszeitraums war eine um den Faktor 0,77 geringere Chance für Ferkelverluste für jene Würfe gegeben, in denen die Sau nicht mit Oxytocin behandelt worden war. Dies könnte so interpretiert werden, dass Würfe ohne Oxytocin-Verabreichung in der vorliegenden Studie auch jene mit weniger Komplikationen bzw. Stress für Sau und Ferkel waren. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass die Indikation der Verabreichung (zur Geburtseinleitung, wegen Wehenschwäche oder auf Grund verzögerten Abgangs der Nachgeburt) und damit auch der Zeitpunkt der Verabreichung (vor, während oder nach der Geburt) nicht dokumentiert sind. Zu beachten ist weiterhin, dass bei den Würfen im

Betrieb MD Oxytocin (Estrumate®, verabreicht nach der Geburt) routinemäßig eingesetzt wurde. Der im Modell festgestellte Effekt der Gabe von Oxytocin kann daher auch in direktem Zusammenhang mit dem Betrieb MD stehen, in welchem im Mittel etwas höhere Verluste (23 %; vgl. Tabelle 11) als im Betrieb GH (15 %) und HD (19 %) zu beobachten waren. In diesem Zusammenhang kann eine möglicherweise vorhandene Wechselwirkung zwischen den Ferkelverlusten und dem Faktor Oxytocin-Verabreichung im Betrieb MD nicht ausgeschlossen werden.

Abgesehen von den genannten Zusammenhängen wird die Verabreichung von Oxytocin bei Sauen in der Literatur sowohl im Kontext mit einem steigenden Anteil von Totgeburten, als auch mit vermehrter Geburt geschwächter Ferkel in behandelten Würfen beschrieben. Die Verabreichung des Hormons kann sich in Anhängigkeit des Behandlungsregimes nachteilig auf die (Über-)Lebensfähigkeit der Ferkel bzw. Ferkelverluste auswirken (ALONSO-SPILSBURY et al. 2004, MOTA-ROJAS et al. 2005, MOTA-ROJAS et al. 2006).

5.1.5 Buchtentyp

Der Buchtentyp hatte im gesamten Versuchszeitraum keinen signifikanten Effekt auf die Ferkelmortalitätsrate. Nur bei Betrachtung des kurzen VZR wurde eine Modellverbesserung bei Hinzunahme des Buchtentyps erreicht. Bei „Hineinzwingen“ des Effekts in das Modell (wie für die ökonomische Bewertung notwendig – vgl. HEIDINGER et al. (2017)), zeigten sich aber tendenziell ähnliche Effekte für den gesamten wie für den kurzen VZR. Die Konstruktionsweise des Buchtentyps F und K wirkte sich in der 1. Lebenswoche positiv auf die Überlebensrate der Ferkel aus. Bis zum Ende des gesamten VZR spielten allerdings eher andere Faktoren – wie der Gesundheitsstatus der Herde bzw. Ferkel (z.B. Anteil Kümmerer, geschwächter Tiere) – eine Rolle im Hinblick auf die Ferkelverlustrate als der Buchtentyp selbst. In der Literatur werden nach einer anfänglichen Phase erhöhter Anfälligkeit der Ferkel für Erdrückungen (beeinflusst durch z.B. Unterkühlung und Unterernährung) im weiteren Verlauf der Säugezeit andere Faktoren wie die Hygiene als maßgeblich für Verluste (durch Erkrankungen) genannt (CRONIN 2014).

WEBER et al. (2006) konnten ebenfalls keinen Einfluss der Buchtenkonstruktion (Vorhandensein von Fixierungsmöglichkeit oder Abweisbügel) auf die Gesamt- oder Erdrückungsverluste feststellen. Die AutorInnen sind der Meinung, dass eine Fixierungsmöglichkeit oder Abweisbügel nur dann einen Effekt auf die Ferkelverluste haben, wenn die Buchtengestaltung insgesamt ungünstig ist.

Die in der gegenständlichen Studie untersuchten Buchtentypen erscheinen im Hinblick auf die Verlustraten für eine freie Abferkelung nicht geeignet. Die untersuchten Buchtenmodelle wiesen eine Fläche von 5,5 m² (F, K, T), 6,0 m² (S) und 7,4 m² (P) auf. Bis auf die Modelle Pro Dromi und SWAP waren die untersuchten Buchtentypen grundsätzlich nicht für den Zweck der freien Abferkelung konstruiert, was sich auch in den erwarteten Verlustraten bei Anwendung der FV 0 deutlich zeigte. Dies deutet darauf hin, dass die Mehrfläche (+0,5 m² bzw. +1,9 m² mehr als der Mindeststandard) in diesen Buchten bei vorliegender Konstruktion bzw. Design keine Verbesserung hinsichtlich der Ferkelmortalität zur Folge hatte. In der ökologischen Schweinehaltung ist die freie Abferkelung vorgeschrieben und bei den dort eingesetzten Buchtentypen darf eine Gesamt-Buchtenfläche (inkl. Auslauf) von 10 m² nicht unterschritten werden (EU-VO 889/2008 idgF.). Auch in der Literatur liegen Informationen zu Mindestflächen für freie Abferkelbuchten vor: Demnach wären zumindest 5 m² vorzusehen (AHAW 2007), idealerweise aber mehr als 5,5 m² (WEBER et al. 2006). Allerdings ist zur optimalen

Flächenausstattung von freien Abferkelbuchtentypen bzw. dem Zusammenhang zwischen Ferkelverlusten und Buchtenfläche bzw. -dimensionierung noch wenig bekannt und diese/dieser somit Gegenstand der Forschung (LAMBERTZ et al. 2015). Nicht die Buchtengröße bzw. Flächenausstattung alleine, sondern vielmehr das Zusammenwirken von Buchtengeometrie und Rutschfestigkeit des Bodens (BAUMGARTNER et al. 2009) sowie die Unterteilung in Funktionsbereiche bzw. eine Strukturierung der Bucht (vgl. BAXTER et al. 2011, BAXTER et al. 2015) sind für die Funktionalität von freien Abferkelbuchten bzw. im Hinblick auf die Ferkelverluste entscheidend. Allerdings ist in Buchtentypen mit Stand zum Öffnen auf einer vergleichsweise kleinen Grundfläche (in dieser Studie 5,5-7,4 m²) eine Unterteilung in Funktionsbereiche schwer möglich. In den untersuchten Buchtentypen wurde dem durch einen hohen Perforationsanteil des Bodens (um eine entsprechende Sauberkeit zu gewährleisten) begegnet.

Die Entwicklung von freien Abferkelbuchten war grundsätzlich nicht Ziel dieses Forschungsvorhabens – die Fixierungsvariante 0 diene als Kontrolle. VAN WETTERE (2017) ist der Meinung, dass – basierend auf seinen eigenen Untersuchungen und der bisher verfügbaren Datenlage zur temporären Fixierung von Sauen – die freie Abferkelung in Systemen mit temporärer Fixierungsmöglichkeit keine Vorteile im Hinblick auf die Produktivität der Betriebe bzw. für die Ferkel nach sich zieht.

Häufig wird bei der Konstruktion von Abferkelbuchten mit temporärer Fixierungsmöglichkeit von einer permanenten Fixierung ausgegangen und basierend darauf in Richtung mehr Bewegungsfreiheit geplant. Da die Sau allerdings den überwiegenden Zeitanteil in der Abferkelbucht mit Stand zum Öffnen freibeweglich ist, wird die umgekehrte Herangehensweise – von der Freiheit der Sau hin zu einer zeitweisen Fixierungsmöglichkeit – als zielführender gesehen (MOUSTSEN et al. 2012).

Zu beachten ist bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse jedenfalls, dass die Pro Dromi-Bucht nur an einem Betrieb (MD) installiert wurde und somit Betriebseffekt und Buchtentyp nicht eindeutig voneinander getrennt werden können. Der Abferkelstand der Pro Dromi-Bucht war zu kurz und nicht auf die individuelle Größe der Sauen einstellbar. Zudem wies der Boden im Liegebereich der Sau nicht die geforderte planbefestigte Fläche auf (was nachgebessert werden musste – vgl. Tabelle 8). Weiters bot der gelieferte Boden (Kunststoffelemente) den Sauen keine gute Standfestigkeit und führte zu gehäuftem Ausrutschen. Die vom Stallpersonal dokumentierten Sachverhalte lassen insgesamt den Schluss zu, dass der BT P noch wenig ausgereift ist und die gesamte Konstruktion den Ferkeln in der 1. Lebenswoche weniger Schutz bietet (höchste Verluste im kurzen VZR) als jene in den anderen untersuchten Buchtenmodellen. Die Bucht Pro Dromi wird in der getesteten Version mittlerweile nicht mehr vertrieben.

Im Buchtentyp SWAP wurde – trotz geringerer Anzahl an beobachteten Abferkeldurchgängen im Betrieb GH – eine vergleichsweise hohe Anzahl (absolut) von Erdrückungsereignissen via Videoaufzeichnungen bei geschlossenem Stand beobachtet (vgl. Anhang 10.6.1). Mögliche Zusammenhänge werden im Kapitel 5.3.2 näher erläutert. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass die Erdrückungsanalysen für den BT S nur für den Betrieb GH durchgeführt wurden – daher ist auch hier ein Betriebseffekt nicht auszuschließen.

Die Flügel- und Knickbucht wiesen bei Betrachtung des kurzen VZR die geringste Mortalitätsrate auf. Die Konstruktion dieser beiden BT scheint – wie bereits erwähnt – in der 1. Lebenswoche eher dazu geeignet, Ferkelverluste zu verhindern. Dieser Umstand könnte möglicherweise auf die freitragende Konstruktion des Standes im BT F zurückzuführen sein,

welche innerhalb der untersuchten Buchtenmodelle ein Alleinstellungsmerkmal darstellte. Alle anderen Typen wiesen eine Abstützung im hinteren Standbereich auf. Auf deskriptiver Ebene gestützt wird diese Annahme durch die im Buchtenvergleich geringste Anzahl (absolut) detektierter Erdrückungsereignisse bei geschlossenem Stand im BT F (vgl. Anhang 10.6.1). Im BT K scheint zwar bei geöffnetem Stand das Zusammenwirken von Buchtengeometrie (spezifischer Öffnungszustand) und Sau gut zu funktionieren, bei geschlossenem Stand ergaben sich allerdings Nachteile betreffend die an der hinteren Standabstützung aufgetretenen Erdrückungsfälle (vgl. Tabelle 25).

5.1.6 Erdrückungsrate

Das Ferkelerdrücken stellte mit 67,8 % aller Verluste unter den lebend geborenen Ferkeln die Haupttodesursache dar. Dies bestätigt viele andere Studien zur Untersuchung der Ferkelmortalität in Abferkelbuchten und insbesondere auch jene, welche die temporäre Fixierung der Sau zum Gegenstand hatten: Hier werden beispielsweise Anteile der Erdrückungsverluste an den Ferkelverlusten je nach Fixierungsvariante von 53,9-59,5 % (HALES et al. 2015a), 50-61 % (LAMBERTZ et al. 2015) sowie 65-83 % (MOUSTSEN et al. 2013) genannt.

Bei Heranziehen der Erdrückungsrate als Zielgröße war der Unterschied zwischen FV 3 und FV 0 nicht signifikant, jedoch nahe der Signifikanzgrenze ($p = 0,079$). Etwas deutlicher wurden die Differenzen zwischen der geschätzten Erdrückungsrate in FV 3 und den Varianten mit bei Geburt fixierter Sau (insbesondere FV 6) – die paarweisen Vergleiche lagen nahe der Signifikanzgrenze ($p = 0,082$ bzw. $p = 0,110$), was darauf hindeutet, dass bei freier Bewegung der Sau während der Geburt möglicherweise ein höheres Erdrückungsrisiko für die neugeborenen Ferkel in diesem Zeitraum anzunehmen ist. Wie bereits in Kap. 5.1.1 erläutert, wurden von CONDOUS et al. (2016) und HALES et al. (2015a) ähnliche (deutlichere) Beobachtungen gemacht. Als besonders kritischer Zeitraum für Erdrückungen sind im Allgemeinen die Geburtsphase bzw. die ersten Stunden nach der Geburt zu bezeichnen (ANDERSEN et al. 2005, HALES et al. 2015a, WEARY et al. 1996b).

5.2 Analyse der Sektionsdaten

Nach PEDERSEN et al. (2011) kann die Erwartungshaltung von LandwirtInnen bezüglich der Todesursachen in Abferkelsystemen (freie Abferkelbucht oder Kastenstandsystem) die Einschätzung der Todesursache (insbesondere zu Erdrückungen) beeinflussen. In freien Abferkelbuchten können sich Sauen auch leichter auf bereits tote Ferkel legen, so dass diese fälschlich als „erdrückt“ klassifiziert werden (KNIGHT 2018, PEDERSEN et al. 2013). Generell ist davon auszugehen, dass Erdrückungen in Betrieben eher überschätzt werden (BAUMGARTNER et al. 2009, KNIGHT 2018, VAILLANCOURT et al. 1990). In der vorliegenden Arbeit wurden die in den Versuchsbuchten tot aufgefundenen Ferkel folglich seziert. Bei Differenzen zwischen der BetreuerInneneinschätzung und dem Sektionsergebnis wurden zusätzlich Videoanalysen vorgenommen (vgl. Kap. 3.8 und 3.9).

In einigen vorangegangenen Studien (BAXTER et al. 2008, BAXTER et al. 2009, PEDERSEN et al. 2011, TUCHSCHERER et al. 2000) wurden physische Merkmale aller Ferkel eines Wurfs erhoben und anschließend die Säugezeit überlebende Ferkel mit Ferkeln, die tot geboren wurden, und Ferkeln, die vor dem Absetzen starben, verglichen. In der vorliegenden Arbeit wurden hingegen an 1471 toten Ferkeln pathoanatomische Untersuchungen vorgenommen, um

festzustellen, ob zwischen den drei definierten Todeskategorien („tot geboren“, „erdrückt“, „verendet“) Unterschiede in der Auftretenshäufigkeit in Abhängigkeit der erhobenen äußeren sowie ferkel- und saubezogenen Faktoren vorliegen. Im Folgenden werden zunächst ausgewählte deskriptive Ergebnisse diskutiert und im Anschluss die Ergebnisse der Modellrechnungen erörtert.

5.2.1 Deskriptive Ergebnisse

Mit 53,7 % war der Anteil von erdrückten Ferkeln an allen seziierten Tieren (n = 1471) am höchsten, gefolgt von Totgeburten mit 28,0 % und verendeten Ferkeln mit 18,3 %. Hinsichtlich der als „tot geboren“ oder „erdrückt“ kategorisierten Ferkel des Betriebes GH kann ein Vergleich zu einer in den Jahren 2005/2006 ebendort durchgeführten Studie gezogen werden (entsprechende Vergleichszahlen aus HD liegen nicht vor): Der Anteil sezierter erdrückter bzw. tot geborener Ferkel aus GH lag mit 62,1 % bzw. 24,0 % (vgl. Anhang 10.4.2) in dieser Studie deutlich höher als die damals ermittelte Werte von 38,0 % für Erdrückungen und 18,5 % für Totgeburten (SCHWARZ 2008).

Sowohl im Betrieb GH als auch HD wurden Ferkel, deren Überlebenschance als gering eingeschätzt wurde, aus Tierschutzgründen euthanasiert. Dies wurde auf den Sauenkarten entsprechend vermerkt. Die Maßnahme des Euthanasierens nimmt Einfluss auf die Verteilung der Todesursachen in einem Betrieb, da diese schwachen Jungtiere nachfolgend nicht mehr dem Risiko, erdrückt zu werden oder zu verhungern, ausgesetzt sind. In der vorliegenden Untersuchung wurden die seziierten notgetöteten Ferkel (n = 32, entspricht allen im Versuchszeitraum in HD und GH notgetöteten Ferkeln) der Todeskategorie „verendet“ zugeteilt, da diese jedenfalls gelebt hatten und auch definitiv nicht erdrückt worden waren. In einem Fall aus GH und zwei Fällen aus HD wurden die Ferkel auf Grund eines Schädelbruchs vom sezierenden Tierarzt fälschlich als „erdrückt“ anstelle von euthanasiert (Todeskategorie verendet) klassifiziert, da die Euthanasie nicht explizit vom Stallpersonal am Plastiksack angegeben worden war. Eine entsprechende Vorinformation ist daher vor einer Sektion für alle Euthanasiefälle unabdingbar – ähnliche Verwechslungsprobleme wurden auch bereits von CHRISTENSEN UND SVENSMARK (1997) berichtet.

Körpergewicht und Ferkelalter:

Insgesamt hatten die seziierten Ferkel ein mittleres Körpergewicht von 1,30 kg (alle drei Todesursachen) bzw. 1,35 kg (Verluste unter den lebend geborenen Ferkeln). Das Körpergewicht lag somit im Bereich der Literaturangaben von 1,25 kg (Totgeburten und Verluste lebend geborener Ferkel (SCHWARZ 2008) bzw. 1198 g (± 448 g) bei Verlusten der Lebendgeborenen bis zum 5. LT (WESTIN et al. 2015) bzw. 1,20-1,30 kg in der gesamten Säugezeit (KAMPHUES 2004). Beinahe ident mit den Angaben von SCHWARZ (2008) war auch das Gewicht des leichtesten seziierten Ferkels (0,20 kg vs. 0,24 kg). Nur das Gewicht des schwersten Ferkels unterschied sich deutlich zwischen den beiden Untersuchungen (5,60 kg vs. 8,34 kg). Das mittlere Todesalter unter den lebend geborenen Ferkeln betrug 2,86 Tage und lag somit sehr nahe an den von GRANDINSON et al. (2002) publizierten Daten von rund 3 Tagen (Mittelwert über die angegebenen Todesursachen unter den lebend geborenen Ferkeln hinweg; Beobachtungen bis zur 3. Lebenswoche).

Das durchschnittliche Körpergewicht erdrückter Ferkel lag mit 1,45 kg etwas über bzw. jenes der verendeten Ferkel mit 1,07 kg deutlich unter den in der Literatur angegebenen Werten von 1,34 kg für erdrückte Ferkel bzw. 1,3 kg für verendete Ferkel (Mittelwert über die angegebenen

Todesursachen unter den lebend geborenen Ferkeln exkl. Erdrückte; Beobachtungen bis zur 3. Lebenswoche; GRANDINSON et al. (2002)). Die erdrückten Jungtiere waren mit einem durchschnittlichen Alter von 2,3 Tagen etwa einen halben Tag älter als von GRANDINSON et al. (2002) und KAMPHUES (2004) bzw. knapp zwei Tage jünger als von SPICER et al. (1986) angegeben. Die Differenzen bezüglich des Alters sind möglicherweise auf die unterschiedlichen Haltungssysteme bzw. angewandten Fixierungsvarianten (permanente oder temporäre Fixierung im Kastenstand) zurückzuführen. So waren erdrückte Ferkel aus FV 0, 3 und 4 im Schnitt rund einen Tag jünger (und auch etwas leichter und kleiner) als jene aus FV 6 (vgl. Anhang 10.4.3). Das Gewicht der Totgeburten bewegte sich mit durchschnittlich 1,17 kg im Rahmen der auch in der Literatur verfügbaren Werte von 1,10-1,22 kg (CRONIN 2014, EDWARDS et al. 1994, GRANDINSON et al. 2002).

Ferkelgeschlecht und weitere bei der Sektion erhobene Parameter:

Über beide Betriebe hinweg war der Anteil männlicher toter Ferkel (57.0 %) deutlich höher als jener der weiblichen. Der Anteil männlicher Ferkel an den seziierten Tieren im Betrieb GH lag mit 56,5 % im Vergleich zu einer früheren Untersuchung (53,6 %; SCHWARZ (2008)) höher. HALES et al. (2013) und ROEHE UND KALM (2000) berichten von einem höheren Mortalitätsrisiko männlicher Ferkel verglichen mit weiblichen Jungtieren (OR = 1,52-1,7), was auf den nachteiligen Effekt der Kastration auf die Ferkelgesundheit (HALES et al. 2013, ROEHE UND KALM 2000) und hormonelle Unterschiede zwischen den Geschlechtern zurückgeführt wird (ROEHE UND KALM 2000). Männliche Ferkel haben zwar im Durchschnitt ein höheres Geburtsgewicht und einen besseren Body Mass Index (BAXTER et al. 2012b), werden aber in der Säugephase häufiger erdrückt (BAXTER et al. 2012b, BECKER 1995, WISCHNER et al. 2010), haben eine geringere Fähigkeit zur Thermoregulation und scheinen krankheitsanfälliger zu sein als weibliche Geschwister (BAXTER et al. 2012b). Auch der stärkeren Empfindlichkeit von männlichen Ferkeln auf Pheromone und der möglicherweise damit in Zusammenhang stehenden höheren Aufenthaltsdauer männlicher Ferkel bei der Sau wird in Bezug auf die gesteigerte Erdrückungsrate männlicher Ferkel eine Rolle zugeschrieben (LAY et al. 2002). Zusätzlich ist die Wahrscheinlichkeit tot geboren zu werden, für männliche Ferkel 1,8-mal höher als für weibliche (CANARIO et al. 2006), was aber von BAXTER et al. (2012b) nicht bestätigt werden konnte.

Erdrückte Ferkel waren auf deskriptiver Ebene vor allem durch „Hämatome/Brüche“ sowie „Blut aus dem Rüssel und/oder Maul“ und durch „Plattgedrückt-Sein“ gekennzeichnet (Tabelle 19), was eindeutig mit dem erlittenen Trauma in Zusammenhang steht. Diese Merkmale (insbesondere das Vorhandensein von Hämatomen) stellen bei der Sektion für den/die Tierarzt/Tierärztin grundsätzlich auch wesentliche Kennzeichen zur Beurteilung einer Erdrückung dar (vgl. 3.8.1). Fast 90 % der erdrückten Tiere hatten Inhalt im Magen und/oder Darm, wohingegen dies nur bei rund 40 % der verendeten Tiere der Fall war, was darauf hinweist, dass viele der verendeten Tiere möglicherweise bereits zu geschwächt waren, um an Saugakten teilzunehmen. Dieser deutliche Unterschied zwischen erdrückten und verendeten Ferkeln in Bezug auf Magen-/Darminhalt schlug sich auch in den Modellergebnissen nieder (vgl. Kap. 5.2.2.2).

Rund 2 % bzw. 5 % der lebend geborenen Ferkel kamen noch in den Eihäuten bzw. mit „Slippers“ (Klauensternen) zu Tode. – Der Tod trat somit in einem unmittelbaren Zeitraum nach der Geburt ein. Den Ferkeln hätte möglicherweise durch intensivere Geburtsüberwachung und -intervention geholfen werden können (z.B. durch Befreien aus den Eihäuten). Diese war in den Betrieben GH und HD überwiegend auf die Dienstzeiten des Personals tagsüber beschränkt (vgl. Kap. 3.1.1 und 3.1.2). Wie von HOLYOAKE et al. (1995) und WELP (2014) ermittelt,

kann eine intensivierete Geburtsüberwachung bzw. Tierbeobachtung während der Hauptabferkelttage aber durchaus essentiell im Hinblick auf die Reduktion der Mortalitätsraten sein.

Tote Ferkel mit Anomalien traten in der Kategorie „verendet“ mit 4,8 % und in der Kategorie „erdrückt“ mit 0,5 % auf (Tabelle 19), was darauf hinweist, dass missgebildete Jungtiere eher von selbst starben (oder euthanasiert wurden) als erdrückt wurden.

5.2.2 Modellergebnisse

In die Modellrechnungen gingen ausschließlich die Daten von toten, seziierten Ferkeln ein. Es können daher Aussagen zu Unterschieden in der Auftretenshäufigkeit innerhalb dieser Gruppe (zwischen den drei Todeskategorien) in Bezug auf die untersuchten Faktoren getroffen werden. Allerdings können basierend auf den kalkulierten odds ratios auf Grund fehlender Informationen zu den überlebenden Wurfgeschwistern bzw. wurfbezogenen Daten (z.B. Geburtsgewicht, Körperlänge, Zwischenferkelintervall, Geburtsreihenfolge, Gewichtsentwicklung im Verlauf der Säugezeit etc.) keine Rückschlüsse auf für die Überlebensfähigkeit relevante Indikatoren gezogen werden. Alle Aussagen beziehen sich immer auf die Population der untersuchten toten Ferkel: Beispielsweise bedeutet die Aussage, dass Ferkel eine mit zunehmendem Entwicklungszustand erhöhte Chance für Erdrückung im Vergleich zum Verenden aufwiesen, nicht, dass generell große bzw. gut genährte Ferkel eher erdrückt werden.

Anders als von SCHWARZ (2008) wurden in der vorliegenden Arbeit nicht für jede untersuchte Todesursache (tot geboren, erdrückt, unterentwickelt, erkrankt/kümmernd) univariate logistische Regressionsmodelle gerechnet, sondern der Einfluss verschiedener kontinuierlicher bzw. kategorialer Variablen auf die Auftretenshäufigkeit von drei bzw. zwei Todeskategorien in einem multi- bzw. binomialen Modell ermittelt. In keinem der beiden statistischen Modelle der vorliegenden Arbeit wurde ein Effekt des Buchtentyps auf die drei Todesursachen nachgewiesen, was (unter der Einschränkung, dass eine andere Datengrundlage ohne Sektionsdaten aus MD vorlag) durchaus die Ergebnisse zur Analyse der Ferkelmortalität ergänzt und stützt. Dies steht im Kontrast zu Ergebnissen von SCHWARZ (2008), wonach zwar kein Einfluss des Buchtensystems auf die Totgeburten, sehr wohl aber auf die anderen Verlustkategorien vorhanden war. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass in der Studie von SCHWARZ (2008) fünf Systeme mit permanenter Fixierung und drei freie Abferkelbuchten zur Anwendung kamen, also insgesamt betrachtet sehr unterschiedliche Systeme ohne wirklich vergleichbare, da systemimmanente, Fixierungsmodalitäten. In Bezug auf die in der vorliegenden Studie untersuchten Buchtentypen mit temporärer Fixierung der Sau scheint es so zu sein, dass bei dem untersuchten Flächenangebot von 5,5-6 m² (die deutlich größere Pro Dromi-Bucht war nur am Betrieb MD vorhanden und die Sektionsdaten dieses Betriebes gingen nicht in die Modellrechnungen ein) weniger die Buchtenkonstruktion selbst, sondern vielmehr das individuelle Zusammenspiel von Sau- und Ferkelverhalten bzw. die hygienischen Umgebungsbedingungen (Infektionsdruck) ausschlaggebend waren und auch, wie in Kap. 4.3 bzw. 5.1 beschrieben, das Alter der Sau und die Wurfgröße eine entscheidende Rolle im Hinblick auf die Ferkelmortalität spielten. PEDERSEN et al. (2011) konnten keinen Effekt des Buchtentyps (Kastenstand- vs. freies System) auf die Ferkelmortalität sowie die definierten Todesursachen (tot geboren, tot gebissen, verhungert, erdrückt, erkrankt und andere Ursache) – ausgenommen auf Tod auf Grund von Erkrankungen – ermitteln. In anderen Studien konnte zwar ebenso kein Einfluss des Buchtentyps (Kastenstand- vs. freies System) auf die

Ferkelmortalität festgestellt werden, es wurden aber erhöhte Erdrückungsraten in freien Abferkelbuchten ermittelt, wohingegen in Kastenstandsystemen Ferkel eher an anderen Ursachen starben (KILBRIDE et al. 2012, SCHMID UND WEBER 1992, WEBER UND SCHICK 1996, WEBER et al. 2006, WOLFGER 2008). Erklärt wird dies durch die Erdrückung von lebensschwachen Ferkeln in freien Abferkelbuchten, wohingegen diese Ferkel im Kastenstandsystem vor dem Erdrücken geschützt sind, aber dann zu einem späteren Zeitpunkt verenden (WEBER et al. 2006). Das Alter der Sau (Wurfzahl) und Oxytocingabe waren im Gegensatz zur Analyse der Ferkelmortalität bei den Sektionsanalysen nicht als relevante Einflussfaktoren ermittelt worden. Dass diese Zusammenhänge bei den Sektionsanalysen nicht feststellbar waren, mag an der unterschiedlichen Datengrundlage liegen (keine Berücksichtigung von Ferkeln aus MD bei den Sektionsanalysen). Darüber hinaus wurden in keinem der Modelle die Faktoren Behandlungen der Sau, Durchgang, Ferkelgeschlecht, Vorhandensein von Eihäuten, die Merkmale „Lungenveränderungen/erstickt“, „Bein-/Klauenverletzungen“, „Abschürfungen/Wunden“, „plattgedrückt“ sowie der Faktor „Fix.Geb.Code“ als relevante Einflussfaktoren identifiziert. Der letztgenannte Parameter beschreibt den zeitlichen Abstand zwischen Fixierung und Geburt in Abhängigkeit von der jeweiligen Fixierungsvariante. Damit sollte festgestellt werden, ob und in welchem Ausmaß die unterschiedliche Dauer des Fixiertseins ante partum (FV 4 und 6), ein unterschiedlicher zeitlicher Abstand zwischen Geburt und Fixierung post partum (FV 3) oder eine fehlende Fixierung (FV 0) die Auftretenshäufigkeit der drei definierten Todeskategorien bestimmt. Die Ergebnisse ergaben keinen Zusammenhang des Faktors „Fix.Geb.Code“ mit den Todeskategorien, was den subjektiven Beobachtungen des Betreuungspersonals widersprach, die einen Anstieg der Totgeburten je zeitnaher zum Geburtsbeginn fixiert wurde, für möglich hielten. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass die jeweiligen Codeklassen sehr unterschiedlich bzw. zum Teil sehr gering besetzt waren (Anhang 10.4.1). Insgesamt betrachtet wäre das Herunterbrechen auf Zeitfenster in tatsächlichen Stundeneinheiten a.p. bzw. p.p. noch exakter als die Angabe in Kalendertagen. In diesem Zusammenhang lagen allerdings auf Grund von Videoausfällen zu wenige Informationen vor, wodurch der Datensatz erheblich verkleinert worden wäre.

5.2.2.1 Multinomiales Modell

Sowohl der Entwicklungszustand der Ferkel als auch der Herkunftsbetrieb beeinflussten die Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Todeskategorien. Der in einigen Studien hinsichtlich der Überlebenschance der Ferkel als relevante Maßzahl angeführte Body Mass Index (BAXTER et al. 2008, BAXTER et al. 2012b, HALES et al. 2013) ist numerisch nicht direkt vergleichbar mit dem hier angegebenen Entwicklungszustand, da die Körperlänge unterschiedlich erhoben wurde (Scheitel-Steiß-Länge für den BMI vs. Nacken-Steiß-Länge für den EZ). Durch beide Scores wird aber eine Beziehung zwischen Ferkelgewicht und Körperlänge (in kg/m^2) hergestellt, weshalb ähnliche Effekte zu erwarten wären, wenn sie in einem ähnlichen Zusammenhang untersucht würden.

Ferkel weisen gemäß HALES et al. (2013) bei identischem Körpergewicht, aber unterschiedlichem Body Mass Index, nicht dasselbe Sterberisiko auf. Es ist denkbar, dass der BMI mit dem überlebenswichtigen Körperfettanteil der Ferkel assoziiert ist, was dessen Bedeutung in Bezug auf die Überlebensfähigkeit der Jungtiere erklären könnte (HALES et al. 2013). Auch liefern die Indizes BMI und Ponderal Index (Körpergewicht/Scheitel-Steiß-Länge³) wichtige Informationen zu den Körperproportionen der Jungtiere, wodurch Mortalität und

Morbidität besser erklärt werden können als durch das Körpergewicht alleine. Insbesondere für Totgeburten lassen sich daraus auch Hinweise auf intrauterine Wachstumsverzögerungen ableiten (vgl. BAXTER et al. 2008).

Im Vergleich zur Todeskategorie „verendet“ stieg die Chance für die Kategorien „tot geboren“ bzw. „erdrückt“ mit zunehmendem Entwicklungszustand (um eine Einheit in kg/m^2) um 8,7 % bzw. 15,7 % an. Dies spricht dafür, dass in Relation zu den vorgefundenen verendeten Tieren nicht überwiegend unterentwickelte Ferkel tot geboren bzw. ausschließlich oder überwiegend kümmernde und verhungerte Ferkel erdrückt wurden, sondern auch welche mit eher besserem Entwicklungszustand bzw. vergleichsweise wohlproportionierte Ferkel. KILBRIDE et al. (2012) stellten fest, dass von den Verlusten unter lebend geborenen Ferkeln 54,8 % auf Erdrückungsverluste gesunder, lebensfähiger Ferkeln entfielen, und SPICER et al. (1986) legten dar, dass rund 70 % der Erdrückungsverluste gesunde, lebensfähige Ferkel betrafen. SCHWARZ (2008) ermittelte (im Modell für erdrückte Ferkel) für Ferkel mit sehr gutem und durchschnittlichem BCS (Body Condition score) eine höhere Erdrückungswahrscheinlichkeit als für Tiere mit schlechtem BCS. Die genannte Autorin weist aber darauf hin, dass durch die Euthanasie von moribunden Ferkeln Einfluss auf die Erdrückungswahrscheinlichkeit schwacher Ferkel genommen wurde, was auch bei der vorliegenden Studie zu beachten ist. In den Betrieben GH und HD machte der Anteil notgetöteter Ferkel an allen seziierten Tieren allerdings nur 2,2 % (32/1471) aus und ist somit eher zu vernachlässigen. Den o.g. Ergebnissen von SCHWARZ (2008) stehen eine Reihe von Untersuchungen gegenüber, welche zu dem Schluss kamen, dass sich eher untergewichtige, kleine Ferkel bzw. Würfe mit geringen Gewichtszunahmen in der Nähe des Muttertieres (Wärme- und Nahrungsquelle) aufhalten und diese schwächeren Ferkel einem erhöhten Erdrückungsrisiko ausgesetzt sind (D'EATH UND JARVIS 2002, FRASER 1990, SHANKAR et al. 2009, VIEUILLE et al. 2003, WEARY et al. 1996a).

Möglicherweise besteht in der vorliegenden Untersuchung auch ein Zusammenhang mit den stallklimatischen Bedingungen, welche aber in den Modellen zu den Sektionsanalysen nicht näher berücksichtigt werden konnten. Bei den vorherrschenden hohen mittleren Abteilstemperaturen von 25°C in GH und stark dem jahreszeitlichen Verlauf folgenden Temperaturen in HD konnte bei zunehmender Temperatur ein Trend zu ansteigenden Erdrückungsverlusten beobachtet, aber nicht näher quantifiziert werden (HEIDINGER et al. 2017). Die hohen Umgebungstemperaturen könnten bei kleineren Ferkeln dazu geführt haben, dass diese nicht notgedrungen das Muttertier als Wärmequelle aufsuchten, sondern sich in anderen (ebenso warmen) Buchtenbereichen aufhielten. Ähnliche Zusammenhänge wurden von SCHWARZ (2008) berichtet, wonach sich schwächere Tiere bevorzugt in ruhigere Buchtenbereiche (oder ins Ferkelnest) zurückzogen. Hingegen schliefen wohlgenährte Ferkel nach dem Saugakt am Gesäuge ein und waren dadurch bei Liegepositionswechseln der Sau besonders gefährdet (SCHWARZ 2008). Ergänzend meinen WEBER et al. (2005), dass lebensschwache Ferkel sich eher in der Bucht verstreut aufhalten als sich mit den Wurfgeschwistern zu gruppieren und daher besonders beim Abliegen der Sau gefährdet sind. Durch hohe Umgebungstemperaturen (25 °C) erleiden Sauen Hitzestress, der zu verlängerter Geburtsdauer, verminderter Futterraufnahme, geringerem Absetzgewicht der Ferkel (MUNS et al. 2016b) und geändertem Verhalten der Sauen (z.B. geringere Säugedauer und gesteigerte Aktivität) führen kann (SILVA et al. 2006). Auch diese gesteigerte Aktivität mag zur Erdrückung an sich vitaler, kräftiger Ferkel beigetragen haben, insbesondere, wenn Sauen sich in Folge von Stress/Erschöpfung möglicherweise unkontrollierter ablegten. Auch VERHOVSEK (2007) stellte basierend auf ihren Untersuchungen die Vermutung auf, dass Sauen bei kreislaufbelastenden Temperaturen über 25 °C unvorsichtigeres Abliegeverhalten aufweisen könnten.

Die Wahrscheinlichkeit für Erdrücken oder Totgeburt als Todesursache sank im Vergleich zum Verenden, wenn die Ferkel im Betrieb Hatzendorf geboren wurden. In diesem Betrieb kam je Durchgang eine Gruppe von 6-7 Edelschweinsauen zur Abferkelung, welche etwas höhere Wurfgrößen nach Versetzen aufwiesen als im Betrieb GH (vgl. Abbildung 20 und Abbildung 21). Die Versetzmöglichkeiten bei großen Würfen (Ferkelanzahl größer als vorhandene Zitzenanzahl) waren in HD auch deutlich eingeschränkter als in GH (wo abgesehen von der Versuchsgruppe auch noch weitere Sauen außerhalb des Versuchs Versetzmöglichkeit boten). Dieser Umstand könnte dazu geführt haben, dass in HD mehr Ferkel zu wenig Milch bekamen, kümmerten und dann verhungerten als in GH.

5.2.2.2 Binomiales Modell

Bei der Berücksichtigung der beiden Todeskategorien von Ferkeln, welche lebend zur Welt gekommen waren („erdrückt“ vs. „verendet“), als abhängige Variable erwiesen sich mehrere Faktoren als signifikant: Die relative Häufigkeit der beiden Todeskategorien wurde durch das Vorhandensein von Merkmalen, die auf ein massives Trauma hinweisen (Hämatome/Brüche, Blutaustritt aus dem Rüssel und/oder Maul) sowie dem Vorhandensein von Magen- und/oder Darminhalt, was auf vorangegangene Nahrungsaufnahme schließen lässt, beeinflusst. Weiters bestand bei geöffnetem Abferkelstand eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine Erdrückung als für das Verenden. Möglicherweise steht dies im Zusammenhang mit einem höheren Gefährdungspotenzial bei einer freibeweglichen Sau (vgl. Kap. 4.3 und 5.1).

Als mögliche Erklärung für eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass Ferkel mit einem besseren Entwicklungszustand (EZ) erdrückt wurden als verendeten, sind Argumente analog zum multinomialen Modell in Betracht zu ziehen (möglicherweise im Zusammenhang mit hohen Abteilterperaturen stehende Verhaltensänderungen bei Sau und Ferkeln).

Der beim binomialen Modell ebenfalls relevante Faktor Magen- und/oder Darminhalt kann die beim multinomialen Modell angeführten Argumente unterstützen, dass sich möglicherweise durchaus wohlgenährte, gut proportionierte Ferkel am Gesäuge bzw. im Nahbereich der Sau aufhielten und einem erhöhten Erdrückungsrisiko ausgesetzt waren (vgl. SCHWARZ 2008). Im Umkehrschluss könnte das auch bedeuten, dass durch z.B. Krankheiten geschwächte Ferkel, die zu erschöpft zum Säugen waren, auch eher an dieser krankheitsbedingten Ursache mit leerem Magen und/oder Darm verendeten. Anders als bei SCHWARZ (2008) wurde in der vorliegenden Studie sowohl Magen- als auch Darminhalt als ein Merkmal gemeinsam (keine getrennte Erfassung des Magen- und Darminhalts) gewertet. Auf diese Vorgehensweise hatten sich die sezierenden Tierärzte im Zuge eines Methodenabgleichs abgestimmt. Eine entsprechende Differenzierung in zwei unterschiedliche Merkmale wäre möglicherweise zielführender gewesen und hätte auch Rückschlüsse auf den Zeitpunkt der letzten Nahrungsaufnahme zugelassen.

Anders als in der gegenständlichen Untersuchung ermittelte WEBER (2014) keine Unterschiede zwischen erdrückten und anderweitig zu Tode gekommenen Ferkeln hinsichtlich des BMI (Body Mass Index) und Vorhandenseins von Mageninhalt. Allerdings war die Stichprobe mit insgesamt 23 seziierten Ferkeln in der o.g. Arbeit auch sehr klein. WEBER (2014) fand bei drei von acht seziierten erdrückten Ferkeln (37,5 %) und PEDERSEN et al. (2011) bei einem Drittel der erdrückten Ferkel keinen Mageninhalt vor. Dies wird als ein Hinweis darauf gesehen, dass eine Erdrückung in vielen Fällen nicht die primäre Todesursache darstellt (PEDERSEN et al. 2011). Vielen Todesfällen liegt vielmehr das komplexe Zusammenspiel der Faktoren Unterkühlung,

Verhungern, Erdrückung und Erkrankung („chilling-starvation-overlying-disease complex“) zu Grunde (vgl. EDWARDS 2002). WECHSLER UND HEGGLIN (1997) differenzieren daher zwischen primärer und sekundärer Erdrückung. Zweitere ist der Fall, wenn die Ferkel Zeichen von verminderter Überlebensfähigkeit aufweisen (Geburtsgewicht $\leq 0,8$ kg, Vorhandensein von Anomalien oder Erkrankungen, unzureichende Milchaufnahme). Geschwächte Ferkel reagieren möglicherweise langsamer oder gar nicht auf Körperbewegungen der Sau. Wenn der Einfluss des Verhaltens der Sau auf das Ferkelerdrücken erhoben werden soll, ist es daher von Bedeutung, zwischen primärer und sekundärer Erdrückung zu unterscheiden (WECHSLER UND HEGGLIN 1997), was jedoch in der vorliegenden Studie nicht gemacht wurde. Hierfür wäre es erforderlich, jedes Ferkel im Wurf individuell über einen längeren Zeitraum (von der Geburt bis zur allfälligen Erdrückung) hinsichtlich seiner Gewichtsentwicklung, erfolgten Behandlungen und des Verhaltens (z.B. Teilnahme an den Saugakten) zu verfolgen. Eine Betrachtung von bestimmten Faktoren-Kombinationen ließe aber rückwirkend möglicherweise Rückschlüsse auf die der jeweiligen Erdrückung vorangegangenen Umstände zu: so könnte beispielsweise neben dem Entwicklungszustand gleichzeitig das Alter bzw. das Vorhandensein einer Anomalie oder einer Durchfallbehandlung im Wurf des erdrückten Ferkels einbezogen und als Faktorenkomplex in der Auswertung berücksichtigt werden. Unabhängig davon wurde in der vorliegenden Untersuchung die Gesamt-Mortalitätsrate aus ökonomischer und Tierwohl-Sicht als relevant erachtet und diese unterschied sich vor allem hinsichtlich der angewandten Fixierungsvarianten. Zudem wurde kein gerichteter Wurfausgleich nach „Ferkelqualität“ (Größe, Gesundheitszustand) vorgenommen, weshalb davon auszugehen ist, dass die Verteilung möglicherweise beeinträchtigter Ferkel (geringes Gewicht, Erkrankung o.ä.) auf alle Fixierungsvarianten bzw. Buchtentypen gleichmäßig erfolgte und die diesbezüglichen Modellergebnisse (vgl. Kap. 4.3) nicht beeinflusst wurden.

Ähnlich wie in der Arbeit von WEBER (2014) wurde das Vorhandensein von Hämatomen als eindeutiges Unterscheidungsmerkmal zwischen erdrückten und nicht erdrückten Ferkeln identifiziert. Wie bereits erwähnt, stellte insbesondere das Vorhandensein von Hämatomen für sezierende TierärztInnen ein relevantes Merkmal zur Beurteilung, ob eine Erdrückung vorlag, dar. Diese Hämatome als Zeichen einer Erdrückung sind allerdings von auftretenden Geburtshämatomen (vgl. WEBER 2014) zu unterscheiden und weiters wies auch mehr als ein Viertel der verendeten Ferkel Hämatome/Brüche auf (Tabelle 19). Durch die in der vorliegenden Arbeit gewählte Vorgangsweise von zwei Einschätzungen für tote Ferkel (TierbetreuerIn, TierärztIn) bzw. einer dritten Einschätzung durch die Videoanalyse bei unklaren Fällen, konnte, wie eingangs erwähnt, jedes Ferkel eindeutig einer Todeskategorie zugeordnet werden.

Die mit zunehmendem Ferkelalter abnehmende Wahrscheinlichkeit einer Erdrückung im Vergleich zum Verenden, bestätigt die Ergebnisse von KAMPHUES (2004) und SCHWARZ (2008). Auf eine anfängliche Phase mit erhöhtem Erdrückungsrisiko für die Ferkel folgt in der späteren Säugezeit eine Periode, in der Erkrankungen (z.B. Durchfall, Infektionen) an Bedeutung als Ausfallsursache gewinnen (vgl. CRONIN 2014, KOKETSU et al. 2006, PEDERSEN et al. 2011, SCHWARZ 2008, VAILLANCOURT et al. 1990). Bekräftigt wird dies auch durch die um 72 % geringere Wahrscheinlichkeit für Ferkel in einem wegen Durchfall behandelten Wurf erdrückt worden als verendet zu sein. Zudem weist das höhere durchschnittliche Alter verendeter Ferkel (vgl. Tabelle 18) darauf hin, dass Jungtiere, die zu wenig Milch bekamen oder kümmerten bzw. krank waren, möglicherweise verzögert verendeten, wenn sie nicht zuvor euthanasiert ($n = 32$) wurden. Diese Annahme wird allerdings unter der Einschränkung getroffen, dass nicht bekannt ist, ab wann diese Ferkel keine Milch mehr aufgenommen hatten oder erkrankt waren.

Der Faktor FV selbst wurde in den Modellen zu den Sektionsanalysen nicht gesondert aufgenommen, sondern ging in das Merkmal „Fix.Geb.Code“ ein. In Abhängigkeit der jeweiligen FV wurden Zeitintervalle zwischen Fixierung (ante bzw. post partum) und Geburt definiert (vgl. Kap. 3.8.2). Wie in Kap. 5.2.2 bereits erläutert, erwies sich dieser Faktor allerdings nicht als relevant, um mögliche Unterschiede in der Auftretenshäufigkeit der beiden bzw. der drei Todeskategorien erklären zu können. Im Hinblick auf die relative Auftretenshäufigkeit der Todeskategorien Totgeburt, verendet und erdrückt ist es daher unerheblich, ob und in welchem zeitlichen Zusammenhang zur Geburt eine Sau fixiert wird. Die zuvor erwähnte subjektive Einschätzung der TierbetreuerInnen, dass eine kürzere Fixierungsdauer a.p. eine Zunahme der Totgeburten nach sich zog, kann daher nicht bestätigt werden.

5.3 Erdrückungsanalysen

Im Folgenden werden zunächst ausgewählte deskriptive Ergebnisse aller analysierten Erdrückungsereignisse und anschließend die definierten Erdrückungsparameter bzw. Verhaltensmuster basierend auf den Clusteranalysen diskutiert. Darüber hinaus werden die buchtenspezifischen Einflussfaktoren behandelt. Bei der Interpretation der einzelnen Parameter wird darauf hingewiesen, dass diese einer Clusteranalyse unterzogen, jedoch nicht mit inferenzstatistischen Methoden hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen den Faktoren geprüft wurden. Die Ergebnisse zur Analyse der detektierten Erdrückungsereignisse stehen in keinem direkten Zusammenhang mit den Produktionsdaten bzw. Ergebnissen der logistischen Regressionsmodelle, da zum einen nicht alle Erdrückungsvorfälle auch tatsächlich im Videomaterial aufgefunden werden konnten (Technikausfälle, Blickwinkel) und zum anderen die Videoanalysen aus Gründen des Arbeitsumfangs nur für die Betriebe GH und HD vorgenommen wurden. Zu berücksichtigen ist auch, dass in der vorliegenden Analyse nur Erdrückungsereignisse betrachtet wurden. Jene Situationen, in denen Ferkel zwar unter die Sau gerieten, aber überlebten, wurde nicht analysiert. Des Weiteren waren die Videoanalysen für den BT S nur im Betrieb GH möglich, weshalb ein Betriebseffekt in Bezug auf die Beobachtungen im genannten Buchtentyp gegeben ist.

Ferkelalter und Standsituation:

Auf deskriptiver Ebene erkennbar war ein Anstieg der Erdrückungsfälle am Öffnungstag des Standes: In FV 3 und FV 4 beginnend mit Tag 3 und fortgesetzt an Tag 4 verglichen mit Tag 2 vor dem Öffnen (Abbildung 44). Bei FV 6 war dieser Anstieg an Tag 5 verglichen mit Tag 4 vor dem Öffnen zu beobachten. Die Stände wurden in all diesen Varianten, wie in Kapitel 3.7.1 beschrieben, korrekt am 4. LT (FV 3 und FV 4) bzw. 6. LT (FV 6) der Ferkel geöffnet, denn Tag 0 (Tag der Geburt; Abbildung 44) wurde bei der Berechnung des Öffnungstages als 1. LT mitgezählt. Auch in der Literatur liegen Hinweise auf ein gesteigertes Gefährdungspotenzial für die Ferkel im Hinblick auf das Erdrücken im unmittelbar an die Stand-Öffnung am 4. LT (CHIDGEY et al. 2015) bzw. 7. LT (JAIS UND SCHNEIDER 2017, KING et al. 2018) anschließenden Zeitraum vor. Dies mag auf die erst notwendige Verhaltensadaption der Sauen (CHIDGEY et al. 2015) und auch Ferkel (KING et al. 2018) auf die freie Bewegung und die geänderten Platz- und Nutzungsverhältnisse in der Abferkelbucht zurückzuführen sein. Der erhöhten Erdrückungsgefahr könnte durch vermehrte Beobachtung der Tiere nach dem Stand-Öffnen, welches idealerweise auf Gruppenebene erfolgt (KING et al. 2018), oder mit einem vorübergehenden Einsperren der Ferkel, bis sich die Sau an die neue Situation gewöhnt hat (HALES PEDERSEN 2015), begegnet werden. Als weitere Präventivmaßnahme könnte das Öffnen

in Abhängigkeit des Tagesrhythmus der Sauen (z.B. in Phasen geringerer Aktivität) erfolgen (HALES PEDERSEN 2015).

Mehrfach-Erdrückungen:

Bei Betrachtung der Erdrückungsvorgänge, bei denen mehr als ein Ferkel zu Tode kam ($n = 39$), fällt die verhältnismäßig hohe Anzahl ($n = 4$) von Ereignissen im Zusammenhang mit dem Ausrutschen der Sau auf (vgl. Tabelle 20). Dies lässt darauf schließen, dass diese Vorfälle im wahrsten Sinne des Wortes „Unfälle“ waren und eher auf schlechte Bodenverhältnisse und/oder einen geschwächten physischen Zustand der Sau als auf ein aktives Zutun bzw. unvorsichtiges Verhalten des Muttertieres zurückzuführen sind.

Anders als bei ANDERSEN et al. (2005), welche lediglich beim Liegepositionswechsel von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage Mehrfach-Erdrückungen feststellten, konnten in dieser Studie mehrere unterschiedliche Aktionen der Sauen (definierte Verhaltensweisen, die das Erdrücken herbeiführten) identifiziert werden: Dazu zählten beispielsweise neben dem Positionswechsel von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage und dem Ausrutschen auch andere Liegepositionswechsel sowie das Abliegen/Fallenlassen aus dem Stehen. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass in der Untersuchung von ANDERSEN et al. (2005) eine weitaus geringere Anzahl an Erdrückungsereignissen ($n = 35$) als in der vorliegenden Studie analysiert worden war. Dies macht deutlich, dass zur Ergründung des Verhaltenskomplexes Erdrücken jedenfalls eine höhere Anzahl an Fällen analysiert werden sollte, um hinreichende Informationen über das umfangreiche Spektrum der entsprechenden Verhaltensmuster zu erhalten.

5.3.1 Unterschiede und Zusammenhänge zwischen Erdrückungsereignissen auf Basis der Clusteranalysen

Interaktion zwischen Sauen und Ferkeln:

Ziel der Clusteranalyse war es, Ereignisse mit ähnlichem Verhaltensmuster zu erkennen. In Bezug auf die Interaktion zwischen Sau und Ferkeln (Pre-lying behaviour, Gruppierung der Ferkel, Beachten der Ferkel durch die Sau) war dies jedoch mit der vorliegenden Analyse nicht möglich. Beim Versuch einer Unterscheidung nach Clustern schienen vielmehr die verschiedenen Kombinationen an Variablenausprägungen widergespiegelt, als wirklich eine Differenzierung hinsichtlich der Verhaltensmuster geboten zu werden. In einigen Studien wird aber auf die Bedeutung des Pre-lying behaviours (MARCHANT et al. 2001, WISCHNER et al. 2010) sowie des Gruppierens (BURRI et al. 2009, MARCHANT et al. 2001, SCHMID 1991) und der Beachtung der Ferkelgruppe durch die Sau (SCHMID 1991, WECHSLER UND HEGGLIN 1997) zur Vermeidung von Erdrückungsverlusten beim Abliegen hingewiesen. Es wäre daher zu erwarten gewesen, dass dieser Verhaltenskomplex der Interaktion zwischen Sau und Ferkeln vor dem Abliegen sich in klaren Verhaltensmustern bzw. -abfolgen beschreiben lässt. Ein Grund dafür, dass diesbezügliche Zusammenhänge durch die Clusteranalysen nicht erkennbar wurden bzw. kein schlüssiges Gesamtbild ergaben, könnte die zu geringe Anzahl an Ereignissen je Verhaltenskombination gewesen sein. Die Interaktion zwischen Sau und Ferkeln scheint in ihrer Ausprägung und Kombinationsmöglichkeit derart komplex zu sein, dass die Clusteranalysen somit für den vorhandenen Datensatz keine eindeutigen Rückschlüsse auf spezifische Verhaltensmuster zuließen.

Im Zusammenhang mit den Videoanalysen des Pre-Lying behaviours kam es gelegentlich auch zu Situationen, in denen das entsprechende Verhalten auf Basis der Definitionen von

Verhaltensabfolgen nicht beurteilt werden konnte: Bei 96 analysierten Sequenzen konnten keine Angaben zur Mitgliedschaft des Ferkels in der Gruppe bzw. Beachtung der Ferkelgruppe durch die Sau gemacht werden (NA; Tabelle 22), da eine Beurteilung der Verhaltensweise „Gruppenmitglied“ ebenso wie „Ferkel beachtet“ erst als Folge einer entsprechenden Gruppierung (aktiv oder passiv) vorgesehen war.

Für das Abliegen aus dem Sitzen wurden auch Parameter des Pre-Lying behaviours definiert („Rüssel-Boden“, „Ferkelkontakt“, „Zurück-/Umblicken“; vgl. Anhang 10.5.1). In diesem Zusammenhang war die Beurteilungsmöglichkeit des Gruppierens und der Mitgliedschaft in einer Gruppe bzw. Beachtung der Gruppe durch die Sau nicht vorgesehen. Die Parameter des Pre-lying behaviours wurden aufgenommen, um zu ergründen, ob Sauen vor dem Abliegen aus dem Sitzen überhaupt Aktionen zeigen.

Faktoren Lahmheit der Sau und „Einklemmen“ bzw. „Dagegendrücken“:

Im gesamten Datensatz waren lediglich 29 Erdrückungsfälle von 650 Ereignissen (4,5 %; Anhang 10.6.3) im Zusammenhang mit einer als lahm eingestuften Sau enthalten, sodass auch dieses Merkmal nicht zur Differenzierung der Cluster beitrug. Dennoch muss beachtet werden, dass die Lahmheit der Sau wie auch Wunden und die Klauenlänge durchaus Einfluss auf die Qualität bzw. Kontrollierbarkeit des Abliegevorgangs nehmen kann (BONDE et al. 2004) und eine Lahmheit bzw. Beinschwäche der Sau als Risikofaktor für Erdrückungen gesehen wird (FRIEDLI et al. 1994, SHANKAR et al. 2009, SPICER et al. 1986, WECHSLER UND HEGGLIN 1997). Erdrückungsereignisse im Zusammenhang mit einem Einklemmen bzw. Dagegendrücken waren mit lediglich 21 Fällen (3,2 % aller Ereignisse) eher selten und trugen daher insgesamt betrachtet ebenso nicht zu einer Differenzierung der Cluster bei.

Fixierungsvariante:

Auf Basis der Verteilungsunterschiede der Erdrückungsfälle in Abhängigkeit der FV auf die unterschiedlichen Cluster bei geöffnetem/geschlossenem Stand (vgl. Anhang 10.6.3) können keine Vergleiche zwischen den einzelnen Fixierungsvarianten hinsichtlich des Gefährdungspotenzials für Erdrückungen angestellt werden. Aussagen über die Eignung oder Nicht-Eignung einer bestimmten FV in Bezug auf die Erdrückungsinzidenz sind nicht zulässig. Dies liegt darin begründet, dass zum einen nicht alle Erdrückungsereignisse auch tatsächlich im Videomaterial aufgefunden und analysiert werden konnten und zum anderen die entsprechenden Erdrückungsanalysen aus dem Betrieb MD fehlen. Es kann lediglich gesagt werden, dass die Verteilung der Erdrückungen in Abhängigkeit der FV auf die Cluster bei geschlossenem Stand den diesbezüglichen Erwartungen entsprachen – es wurden definitionsgemäß keine Ereignisse in FV 0 beobachtet (Schwarzfärbung).

Faktor Verhaltensweise der Sau:

Ganz allgemein war zu erkennen, dass die zu Erdrückungen führenden Verhaltensweisen der Sauen („Aktionen“) sich nach der Standsituation unterschieden: So hatten Abliegevorgänge aus dem Stehen und Sitzen im Vergleich zu allen anderen erdrückenden Verhaltensweisen bei geschlossenem Abferkelstand mit zwei Dritteln der Erdrückungsfälle deutlich mehr Bedeutung als bei geöffnetem Stand (weniger als ein Drittel der Ereignisse). Umgekehrte Zusammenhänge und Verhältnisse waren hingegen zwischen den Standsituationen in Bezug auf Liegepositionswechsel zu erkennen. Die zu Erdrückungen führenden Verhaltensweisen Abliegen und Liegepositionswechsel verhielten sich zwischen den beiden Situationen des Abferkelstandes (geschlossen oder geöffnet) diametral (vgl. Anhang 10.6.2 bzw. 10.6.3).

Erdrückungen aus dem Sitzen spielten bei geschlossenen Abferkelständen eine größere Rolle (21 % der Erdrückungsfälle) als bei geöffnetem Stand (8 %) und das Sitzen als Ausgangsposition charakterisierte auch nur bei geschlossenem Stand einen eigenen Cluster. Die zu Erdrückungen führenden Verhaltensweisen der Sau sind in einer starken Abhängigkeit der jeweiligen Standsituation zu sehen. WEARY et al. (1996b) stellten in ihrer Untersuchung eine signifikante Interaktion zwischen Buchtentyp (Kastenstand- vs. freies System) und (beinahe bzw. definitiv) erdrückenden Verhaltensweisen fest, was darauf hinweist, dass Sauen in unterschiedlichen Buchtentypen unterschiedliche Verhaltensmuster zeigen.

Die Clusteranalysen wurden getrennt nach standspezifischer Situation (geschlossen oder geöffnet) durchgeführt, wobei die Clusterbildungen vor allem durch die Ausgangspositionen von Sau und Ferkel gekennzeichnet waren.

5.3.1.1 Abferkelstand geschlossen

Cluster-Einteilung bzw. Faktorenkombinationen/Verhaltensmuster:

Bei geschlossenem Stand wurden drei Cluster identifiziert. In diesem Zusammenhang trugen insbesondere die Faktoren **Ausgangsposition** der Sau und des betroffenen Ferkels zur Differenzierung bei. Hierbei stimmte die Ausgangsposition der Sau in den Clustern 1 und 2 häufig mit jener der Ferkel überein: Liegende Ferkel wurden zumeist von liegenden Sauen (im Zuge von Liegepositionswechseln) und stehende Ferkel von stehenden Sauen (bei Abliegevorgängen) erdrückt. Dass liegende Ferkel häufig von einer ebenso ruhenden Sau erdrückt wurden, weist darauf hin, dass die Ferkel ihr Nest möglicherweise unzureichend nutzten und nach Saugakten eher die Nähe zur Sau als die Wärme des Nestes aufgesucht hatten. Dass die Distanz zwischen Ferkelnest und Sau, wie von WEARY et al. (1996b) angesprochen, zu groß gewesen wäre, kann für die untersuchten Buchtentypen nicht bestätigt werden: In diesen befanden sich die Ferkelnester fast direkt neben der Sau. Vielmehr könnten möglicherweise die hohen Abteiltemperaturen, wie in Kapitel 5.2.2.1 bereits angesprochen, eine Rolle gespielt haben. Hierbei besagen die allgemeinen Empfehlungen von Stallklimaexperten, dass die Abteiltemperaturen in Abferkelstallungen zum Wohle der Sau (geringerer Hitzestress) und der Ferkel (gezieltes Aufsuchen des dafür vorgesehenen Ferkelnestes als Wärmequelle) möglichst kühl – in einem Bereich von 20 °C – gehalten werden sollten (ZENTNER 2017). Diese Bedingungen können insbesondere in den Sommermonaten ohne geeignete Kühlmöglichkeiten nur schwer aufrechterhalten werden.

Auch wenn die Temperaturdifferenz zwischen Stallabteil (geringere Temperatur) und Ferkelnest (höhere Temperatur) zu gering ausfällt (MARCHANT et al. 2001) bzw. die Ferkelnesttemperatur in den ersten Lebenstagen unter 32 °C fällt (WARTER et al. 2009), suchen Ferkel verstärkt die Nähe der Sau als Wärmequelle. Ein möglicher Zusammenhang zwischen der vorherrschenden Stalltemperatur und Ferkelnesttemperatur zum Zeitpunkt der Erdrückung bzw. der unmittelbare und längerfristige Effekt auf das Ferkelverhalten konnten allerdings in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt werden. Insgesamt betrachtet besteht für die Ferkel ein Zielkonflikt aus Kosten (Erdrückungsrisiko) und Nutzen (Nahrung, Wärme) in Abhängigkeit der Nähe zum Muttertier (BAXTER et al. 2011, MELIŠOVÁ et al. 2011, WEARY et al. 1996a).

Im „Sitz-Cluster“ (Cluster 3) konnte ein Zusammenhang zwischen Ausgangsposition von Sau und Ferkel nicht ermittelt werden. Die Ausgangsposition der Ferkel war meist nicht erkennbar,

da bedingt durch die Kameraeinstellung von schräg-hinten die Sau das (saugende) Ferkel mit ihrem Körper verdeckte.

Neben der Ausgangsposition der Sau trugen bei geschlossenem Stand auch die **Körperpartien der Sau** und der Ort des Auftretens von Erdrückungen – die definierte **Buchtenzone** – relativ gut zur Differenzierung der Cluster bei bzw. können in Beziehung zur Ausgangsposition der Sau gesetzt werden: Im „Sitz-Cluster“ (Cluster 3) fanden Erdrückungen gehäuft (rund 72 %) im vorderen Standbereich (6a) unter dem Gesäuge der Sau (rund 64 %) statt (siehe auch Anhang 10.6.3). Diesbezüglich war häufig zu beobachten, dass Ferkel zwischen den Vorderbeinen der Sau Zugang zum Gesäuge suchten und erdrückt wurden, wenn die Sau sich aus dem Sitzen ablegte. Ähnliches konnte von FRIEDLI et al. (1994) (bei geöffnetem Abferkelstand) beobachtet werden. Die Hinterhand war fast ausschließlich im Cluster 2 („Steh-Cluster“) die erdrückende Körperpartie der Sau und in mehr als drei Viertel der dem Cluster zugeordneten Fälle ereigneten sich diese im hinteren Standbereich (6b). Die Ereignisse traten also in jenem Bereich auf, den die Muttertiere beim Abliegen aus dem Stehen bei geschlossenem Stand am wenigsten einsehen konnten. Im Cluster 1 („Liege-Cluster“) wurden die Ferkel vorwiegend durch die Körperseite der Sau erdrückt, wobei sich die Fälle annähernd gleichmäßig verteilt im vorderen und hinteren Standbereich und zusätzlich an oder in der Nähe der Standabstützung (Zone 2) ereigneten. Diese Verteilung lässt darauf schließen, dass ruhende Sauen möglicherweise eine eingeschränkte Wahrnehmung dafür haben, wo sich die (ebenso ruhenden) Ferkel während Liegepositionswechseln um sie verteilt befinden.

In der Hälfte der analysierten Ereignisse bei geschlossenem Stand wurde der **Körper des Ferkels** komplett erfasst und dies trug in allen drei Clustern zu einer erkennbaren Differenzierung (hellere Färbung) bei. Beim Abliegen aus dem Stehen (Cluster 2) scheint es so zu sein, dass die Ferkel entweder von der raschen „Fallbewegung“ der Sau überrascht oder durch die vorangegangene **Kontaktaufnahme** zum Gesäuge (in einem Drittel der Fälle) abgelenkt waren und dadurch komplett unter den Körper der Sau gelangten. Der Ferkelkopf alleine wurde möglicherweise dann eingeklemmt, wenn die Ferkel noch versucht hatten, nach hinten bzw. rückwärts auszuweichen. Vielfach war vor dem Abliegevorgang bei den Ferkeln eine Unruhe mit vermehrter Kontaktaufnahme zum Gesäuge zu beobachten, was darauf hinweist, dass die Jungtiere den bevorstehenden Saugakt möglicherweise bereits antizipierten. Der „Liege-Cluster“ (Cluster 1) war gekennzeichnet durch vermehrten Kontakt der Ferkel zum Körper der Sau. Die Ferkel nutzten – wie bereits erwähnt – das Nest möglicherweise nicht als Aufenthaltsort zum Ruhen (mögliche Zusammenhänge mit der Umgebungstemperatur wurden bereits in Kapitel 5.2.2.1 diskutiert). Im Cluster 3 war die Kontaktaufnahme bedingt durch die Kameraeinstellung häufig nicht eindeutig festzustellen und kann daher ebenso wie die Ausgangsposition des Ferkels nicht direkt in Beziehung zu entsprechenden Parametern der Sau gesetzt werden.

In Bezug auf das Verhalten der Sau, das letztlich zum Erdrückungstod der Ferkel geführt hatte – definiert als **Aktion der Sau** – zeigte sich, dass die Aktion **Abliegen** vorwiegend aus dem Sitzen in die Brust-Bauchlage kennzeichnend für Cluster 3 und Abliegevorgänge vorwiegend aus dem Stehen auf die Körperseite charakterisierend für Cluster 2 waren. Der ermittelte Anteil erdrückender Abliegevorgänge aus dem Stehen bei geschlossenem Stand war mit rund 43 % (vgl. Anhang 10.6.2) etwas niedriger als jener von WISCHNER et al. (2009b) (63 %) bzw. BAUMGARTNER et al. (2009) (52 %) ermittelte Wert und höher als bei WEARY et al. (1996b) (25 %, siehe auch Tabelle 6). Differenziert nach dem Körperbereich, auf den sich die Sau abgelegt hatte, konnten, ähnlich wie von BAUMGARTNER et al. (2009) berichtet, rund 24 % der Abliegevorgänge aus dem Stehen in die Seitenlage beobachtet werden. Etwas geringer war

der Anteil des Abliegens in die Brust-Bauchlage (18 % versus 29 %). Anders als von BAUMGARTNER et al. (2009) ausschließlich bei freibeweglicher Sau beschrieben, war die Aktion „**Treten**“ durch die stehende Sau auch bei geschlossenem Stand sechsmal (2,1 %) zu beobachten.

Im „Liege-Cluster“ (Nr. 1) trat knapp die Hälfte der zugeordneten Ereignisse bei einem **Liegepositionswechsel** von der Brust-Bauch- in die Seitenlage (mit und ohne Rollen) auf. Deutlich weniger Ferkel wurden bei der umgekehrten Verhaltensweise erdrückt. WEARY et al. (1996b) begründen dies damit, dass die Körperseite der Sau schlichtweg mehr „Angriffsfläche“ zum Erdrücken der Ferkel bietet als das Gesäuge. Bei Betrachtung der Erdrückungen durch Liegepositionswechsel bei geschlossenem Abferkelstand zeigte sich, dass diese insbesondere durch die Verhaltensweisen „BB-Seite“, „Rollen: BB-Seite“ und „Rollen: BB-BB“ verursacht wurden (58 Fälle bzw. 19,9 %). Dieser Wert war doppelt so hoch als jener von BAUMGARTNER et al. (2009) im Zusammenhang mit ähnlich definierten Liegepositionswechseln ermittelte Prozentsatz (in Summe 10 %, vgl. Tabelle 6). Bei geschlossenem Abferkelstand wurden bei einem Liegepositionswechsel der Sauen aus der Seiten- in die Brust-Bauchlage weniger Ferkel erdrückt als bei der umgekehrten Verhaltensweise, was mit den Beobachtungen bei geöffnetem Stand übereinstimmt. Auch die Geschwindigkeit mit der ein Liegepositionswechsel ausgeführt wird, könnte hierbei eine Rolle spielen – jedoch vor allem bei frei beweglichen Sauen, denn der Kastenstand scheint bremsend auf das **Rollverhalten** einzuwirken (WEARY et al. 1996b) bzw. dieses zu verhindern (HALES et al. 2016). In der vorliegenden Untersuchung konnte der Abferkelstand das ferkelerdrückende Rollverhalten der Sauen (definiert als ein Drehen um die Körperlängsachse über den Bauch) nicht gänzlich verhindern. Dennoch kann auf Basis eines Vergleichs der relativen Häufigkeiten von erdrückendem Rollverhalten zwischen geöffnetem (44,4 %) und geschlossenem Stand (17,1 %) eine reduzierende Wirkung des Kastenstandes auf das Rollverhalten angenommen werden (vgl. Anhang 10.6.2).

WEARY et al. (1996b) berichten von einer besonderen Gefährlichkeit des **Aufsetzens** aus dem Liegen im Hinblick auf drohende und tatsächliche Erdrückungsereignisse in Kastenständen. Diese Verhaltensweise wurde in der vorliegenden Studie lediglich in zwei Fällen als Erdrückungsursache identifiziert und beide Fälle wurden dem Cluster 2 zugeordnet. Während der Abferkelstand eher verlangsamernd auf Abliegevorgänge und Liegepositionswechsel wirkt (WEARY et al. 1996b), könnte die mit der Standhaltung einhergehende Bewegungseinschränkung insbesondere beim Aufstehvorgang behindernd sein, weshalb sich die Sauen zunächst erst hinsetzen müssen. Unterstützt wird diese Annahme von BAUMGARTNER et al. (2009) welche feststellen konnten, dass freibewegliche Sauen tendenziell häufiger aus der Ruheposition unmittelbar zum Stehen übergangen als fixierte Tiere, welche eher zwischenzeitlich saßen. In ganz ähnlicher Weise führten Sauen in einer Studie von WEARY et al. (1996b) in Kastenständen kaum direkte Positionswechsel von der Seitenlage in die Brust-Bauchlage durch. Die AutorInnen beobachteten hingegen, dass einige Tiere beim Übergang von der seitlichen zur sternalen Liegeposition zwischenzeitlich saßen.

BAUMGARTNER et al. (2009) bzw. WEARY et al. (1996b) identifizierten **Sitzen** bzw. Positionswechsel aus dem Sitzen als äußerst relevantes Verhaltensmuster im Zusammenhang mit gefährlichen Situationen für Ferkel bzw. Erdrückungen bei geschlossenem Abferkelstand. Die Ausgangsposition Sitzen und damit im Zusammenhang stehende Positionswechsel (Aktionen) charakterisierten in der vorliegenden Studie bei geschlossenem Stand einen eigenen Cluster (Nr. 3), was auf die Bedeutung dieses Bewegungsmusters im Hinblick auf Erdrücken bei geschlossenem Stand schließen lässt. Die in dieser Studie in allen drei Clustern bei geschlossenem Stand detektierten Erdrückungsvorfälle bei Sitzpositionswechseln in die Brust-

Bauchlage (15,8 %) bzw. Seitenlage (5,1 %) stimmen sehr gut mit jenen von BAUMGARTNER et al. (2009) ermittelten relativen Häufigkeiten (19 % bzw. 3 %; vgl. Tabelle 6) von für Ferkel kritischen Situationen bei Sitzpositionswechseln überein. Das Verhalten von Erdrücker-Sauen in Kastenständen ist gekennzeichnet durch längere Sitzphasen (WISCHNER et al. 2009b). Auch MCGLONE UND MORROW-TESEH (1990) fanden einen positiven Zusammenhang zwischen der Sitzdauer von Sauen und den Erdrückungsverlusten ($r = 0,54$). Auf Grund der hohen Variabilität des Verhaltens zwischen den Sauen konnte jedoch kein Unterschied zwischen den Haltungssystemen (Kastenstand oder freie Bucht) betreffend die Sitzdauer festgestellt werden. Die AutorInnen postulieren, dass eine Reduktion des Sitzverhaltens generell (in allen Abferkeleinrichtungen) zu geringeren Erdrückungsverlusten führen könnte. MCGLONE et al. (1991) sind auf Basis der ermittelten moderaten bis hohe Heritabilitäten hinsichtlich des Auftretens und der Frequenz für die Verhaltensweise Sitzen bei Mastschweinen der Meinung, dass möglicherweise auch eine züchterische Bearbeitung dieses Merkmals bei Sauen möglich sein könnte und dadurch eine Reduktion des Erdrückungsrisikos für die Ferkel erzielt werden könnte.

Buchtentyp:

Die Erdrückungsereignisse waren im Cluster 2 recht gleichmäßig auf alle vier Buchtentypen verteilt. Im Cluster 3 traten die Fälle hingegen gehäuft im BT T und im Cluster 1 vermehrt im BT K und S auf. Demnach trug der Abferkelstandtyp bzw. dessen Ausführung zur Differenzierung in zwei von drei Clustern bei und die Faktorenkombinationen waren spezifisch für einen Buchtentyp.

Im BT T war die Längenverstellbarkeit durch die Justierbarkeit des Öffnungszustandes der „Salontüren“ (hintere Standbegrenzung) gewährleistet. Aus Tierbeobachtungen hat sich die Vermutung ergeben, dass diese Form der Verstellmöglichkeit in der Trapezbucht insbesondere für sehr große Altsauen nicht ausreichend sein könnte. Der möglicherweise daraus resultierende Platzmangel führte zu subjektiven Beobachtungen von erschwerten Positionswechseln sowie Aufsteh- und Abliegevorgängen in diesen Ständen. Ähnliche Zusammenhänge konnten ANIL et al. (2002) feststellen: Große Sauen in verhältnismäßig zu kleinen Abferkelständen brauchten länger für Positionswechsel. Ein Positionswechsel im Liegen könnte möglicherweise nicht direkt in einer Bewegung, sondern über ein zwischenzeitliches Aufrichten in die Sitzposition ausgeführt worden sein (vgl. WEARY et al. 1996b). BAUMGARTNER et al. (2009) werten Aufstehvorgänge, die gehäuft mit zwischenzeitlichem Sitzen ausgeführt werden, als ein Zeichen der eingeschränkten Bewegungsfähigkeit. In der vorliegenden Studie könnten behäbige Positionswechsel großer Sauen im geschlossenen Stand des BT T möglicherweise eine Ursache für die relativ hohe Anzahl beobachteter Erdrückungen bei geschlossenem Stand und insbesondere aus dem Sitzen gewesen sein.

Im „Liege-Cluster“ traten vermehrt Erdrückungsfälle in der Knickbucht bzw. SWAP-Bucht auf. Beide Stände waren verglichen mit den anderen beiden Buchtentypen etwas breiter (ca. 73 cm bzw. 80 cm statt 65 cm). Bei dieser Standbreite scheinen die Sauen mehr tödliche Positionswechsel direkt im Liegen (insbesondere auch durch Rollen) durchgeführt zu haben. Der Kastenstand kann bzw. soll Rollverhalten einschränken bzw. verhindern (HALES et al. 2016, WEARY et al. 1996b). Die etwas größer dimensionierten Stände der beiden Buchten K und S scheinen das gefährliche Rollen möglicherweise nicht in dem Maß eingeschränkt zu haben wie die schmälere Stände der Buchtentypen F und T.

Ferkelalter:

Im Cluster 1 („Liege-Cluster“) kamen vermehrt ältere erdrückte Ferkel vor (Abbildung 46). Dies könnte möglicherweise dadurch erklärt werden, dass ältere und somit bereits etwas weniger wärmebedürftige Ferkel eher im Nahbereich der liegenden Sau (im Kontakt zu dieser) ruhten als im Nest. Anzumerken ist diesbezüglich auch, dass bis auf den BT S in allen Buchtentypen die Ferkelnester fast direkt neben dem geschlossenen Stand angeordnet waren und sich ältere Ferkel möglicherweise nur mehr im Randbereich der wärmenden Heizplatten – und somit zu nahe an der ruhenden Sau – aufhielten.

5.3.1.2 Abferkelstand geöffnet

Cluster-Einteilung bzw. Faktorenkombinationen/Verhaltensmuster:

Für die analysierten Erdrückungsereignisse bei geöffnetem Stand konnten zwei Cluster identifiziert werden. Wie bei geschlossenem Stand waren diese vorwiegend nach der **Ausgangsposition** der Sau (Stehen und Liegen) und jener des betroffenen Ferkels gekennzeichnet: Überwiegend erdrückten hierbei stehende Sauen stehende Ferkel und liegende Sauen liegende Ferkel. Die Ruhe- bzw. Aktivitätslevel von Sauen und Ferkeln scheinen demnach zum Zeitpunkt der Erdrückung überwiegend ähnlich gewesen zu sein. In vergleichbarer Weise ermittelten BAUMGARTNER et al. (2008) in freien Systemen zum einen eine Häufung von kritischen Situationen beim Abliegen der Sau, während die Ferkel aktiv (stehend, gehend) waren und zum anderen bei Liegepositionswechseln der Sau, während die Ferkel ruhten oder saugten. Als mögliche Ursachen werden ein gestörtes Zusammenspiel zwischen Sau und Ferkeln bei Positionswechseln bzw. dem Abliegen unter den vorherrschenden unzureichenden Platzverhältnissen in den untersuchten freien Buchtentypen genannt.

In ähnlicher Weise wie beim geschlossenen Stand ließen sich die Cluster nach dem Merkmal **Körperpartie der Sau** differenzieren: Im „Liege-Cluster“ (Nr. 1) wurden Ferkel überwiegend (in mehr als der Hälfte der Fälle in diesem Cluster) unter der Seite der Sau erdrückt, was – wie bereits bei geschlossenem Stand erwähnt – dadurch erklärt werden kann, dass die Körperseite der Sau die größte Fläche aufweist (WEARY et al. 1996b). In Cluster 2 bildete die Körperseite der Sau gemeinsam mit der Hinterhand die entscheidenden an der Erdrückung beteiligten Körperbereiche der Sau. Zusätzlich spielte im Cluster 2 das Gesäuge eine Rolle bei Erdrückungen. Diese sind wahrscheinlich im Zusammenhang mit Abliegevorgängen aus dem Sitzen zu sehen, denn bei geöffnetem Stand charakterisierte die Ausgangsposition Sitzen keinen eigenen Cluster, sondern Erdrückungsfälle aus dem Sitzen wurden überwiegend dem „Steh-Cluster“ zugeordnet (vgl. Tabelle 26).

Über beide Cluster hinweg wurden 42,2 % der Ferkel von der Seite, 24,9 % von der Hinterhand und 14,8 % vom Gesäuge der Sau erdrückt, was trotz etwas unterschiedlicher Einteilung der Körperbereiche recht gut mit den von BAUMGARTNER et al. (2009) gemachten Beobachtungen hinsichtlich der für Ferkel kritischen Situationen in freien Systemen übereinstimmt.

Die **Buchtenzone** im freien Bewegungsbereich (Zone 7a-c) stellte in beiden Clustern den häufigsten Ort für Erdrückungen dar. Dies deckt sich mit Erkenntnissen von BAUMGARTNER et al. (2009), MARCHANT et al. (2001) und WARTER et al. (2009): Auch in freien Abferkelbuchten stellt der Liegebereich der Sauen bzw. das Zentrum der Bucht den Ort mit den meisten Erdrückungsfällen bzw. kritischen Situationen für Ferkel dar. DAMM et al. (2005a) meinen, dass Buchten so konstruiert werden sollten, dass Sauen sich zum Abliegen an Oberflächen anlehnen und durch diese entsprechende Unterstützung finden. Zur Ergründung der Attraktivität solcher

Strukturen für die Sauen sind jedoch noch Forschungsaktivitäten erforderlich. In der Buchtenmitte zur Steuerung des Abliegeverhaltens angebrachte Bügel in einem von BAUMGARTNER et al. (2009) untersuchten freien System erwiesen sich allerdings als wenig tauglich zur Vermeidung von Ferkelverlusten. Auch der Vorschlag von WEARY et al. (1996b) 20 cm hohe Stangen quer durch das Zentrum von freien Abferkelbuchten zu installieren, um das gefährliche Rollverhalten zu reduzieren, stellte sich als wirkungslos in Bezug auf die Reduktion der Erdrückungsverluste heraus (WEARY et al. 1998). Insbesondere im „Liege-Cluster“ (Cluster 1) waren Erdrückungen gehäuft in Zone 7a zu beobachten. Dieser Bereich nahe dem Trog (vorderer Standbereich) war bei allen Buchtentypen durch den größten Anteil von Betonboden gekennzeichnet. Sauen bevorzugten diesen Bodentyp möglicherweise auf Grund seiner kühlenden bzw. wärmeableitenden Eigenschaften. Von einer Präferenz der Sauen für Beton als Bodenmaterial in Abferkelbuchten berichten auch PHILLIPS et al. (1996).

In beiden Clustern wurde der **Ferkel-Körper** in etwa der Hälfte der Fälle vollständig („komplett“) unter der Sau erdrückt. „Ferkelkopf frei“ trat vermehrt im Zusammenhang mit der Ausgangsposition Liegen (Cluster 1) und Ferkelkopf unter der Sau – ähnlich wie bei geschlossenem Stand – häufiger im „Steh-Cluster“ auf. Nur teilweise eingeklemmte Ferkel, deren Kopf frei war, hatten die Möglichkeit zu Lautäußerungen. BAUMGARTNER et al. (2009) berichten, dass Sauen (unabhängig vom Haltungssystem) maximal in einer von drei kritischen Situationen auf eingeklemmte, schreiende Ferkel reagierten. Die Variation zwischen den Sauen scheint aber gerade in dieser Hinsicht sehr groß zu sein. Denn andererseits konnte in Untersuchungen, in denen den Sauen Ferkelschreie vorgespielt wurden, Reaktionen (bei mindestens zwei von drei Wiederholungen) von rund 64 % der Tiere ermittelt werden (WECHSLER UND HEGGLIN 1997). Die Dauer des Eingeklemmtseins unter der Sau ist entscheidend für das Überleben der Jungtiere (WEARY et al. 1996b). Dass der Ferkelkopf vermehrt im „Steh-Cluster“ unter die Sau geraten war, mag damit zusammenhängen, dass die Ferkel in diesem Zusammenhang häufig **Kontakt** zum Gesäuge aufgenommen hatten. Hierbei scheint es so zu sein, dass die Ferkel – ähnlich wie bei geschlossenem Stand – den nach dem Abliegen der Sau bevorstehenden Saugakt möglicherweise antizipierten. In diesem Zusammenhang kann angenommen werden, dass Ferkel die Nähe zur Sau suchen, um den Zugang zum Gesäuge bzw. zu „ihrer Zitze“ gemäß Zitzenordnung frühzeitig abzusichern und somit die Milchversorgung sicherzustellen. Dabei konnten sie dann möglicherweise der abliegenden Sau nicht mehr schnell genug nach hinten ausweichen und wurden mit dem Kopf unter der Sau eingeklemmt.

Im „Liege-Cluster“ suchten die Ferkel vermehrt Kontakt zum Körper der Sau. Hierbei scheint es so zu sein, dass Ferkel zum Ruhen (möglicherweise nach dem Saugakt) direkt bei der Sau verblieben als das Ferkelnest aufzusuchen. In diesem Zusammenhang könnten, wie bereits im Hinblick auf andere Faktoren mehrfach erwähnt, die hohen Umgebungstemperaturen (mittlere Abteilstemperatur in GH betrug 25 °C; vgl. HEIDINGER et al. (2017)) in den Versuchsabteilungen eine entscheidende Rolle gespielt haben.

Bei einer vergleichenden Zusammenschau der Literaturübersicht zu Verhaltensweisen, welche in freien Abferkelsystemen zu Erdrückungen geführt haben (Tabelle 7) mit den Ergebnissen zu **Aktionen der Sau** in dieser Studie (siehe auch Anhang 10.6.3) sind Parallelen erkennbar: Die häufigsten Erdrückungen wurden bei geöffnetem Stand im Zusammenhang mit **Positionswechseln im Liegen** beobachtet. Dies stimmt mit Erkenntnissen von ANDERSEN et al. (2005), BAUMGARTNER et al. (2009), DANHOLT et al. (2011), HÖINGHAUS (2012), LITSCHAUER et al. (2006), SCHIPPER (2014) und WEARY et al. (1996b) überein, welche ebenfalls das größte Gefahrenpotenzial für Ferkel bzw. die meisten Erdrückungen bei freibeweglicher Sau im

Zusammenhang mit Liegepositionswechseln ermitteln konnten. Im Cluster 1 („Liege-Cluster“) waren Liegepositionswechsel von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage (mit und ohne Rollen) die häufigste Todesursache. Das Ausführen von Liegepositionswechseln (Brust-Bauchlage in Seitenlage) mit hoher Geschwindigkeit erweist sich als kritisch für das Überleben der Ferkel (WEARY et al. 1996b). Zudem scheint die Bewegung beim Wechsel von der Brust-Bauch- in die Seitenlage schwerer kontrollierbar für die Sauen zu sein als von der Seiten- in die Brust-Bauchlage (z.B. Terminieren eines Saugaktes) und die Brust-Bauchlage nimmt insgesamt auch weniger oder gleich viel Buchtenfläche (potenzielle Erdrückungsfläche) ein als die Seitenlage (DANHOLT et al. 2011).

HALES PEDERSEN (2015) geht basierend auf ihren umfangreichen Untersuchungen davon aus, dass im Vergleich zur freien Abferkelung durch die temporäre Fixierung für vier Tage p.p. möglicherweise gerade die Verluste durch das gefährliche **Rollen** verhindert werden konnten. Der Zeitpunkt der temporären Fixierung (ante oder post partum, HALES PEDERSEN (2015)) und das nachfolgende Stand-Öffnen KING et al. (2018) nahmen Einfluss auf das Auftreten der gefährlichen Verhaltensweise Rollen. Es wird angenommen, dass sich Sauen erst an die geänderten Haltungsbedingungen anpassen mussten, wodurch auch Verhaltensänderungen, die zu vermehrtem Erdrücken führten, auftraten (vgl. HALES PEDERSEN 2015, KING et al. 2018). Eine mögliche Änderung des erdrückenden Rollverhaltens im Zusammenhang mit einer Fixierung a.p. bzw. p.p. oder dem Stand-Öffnen konnte in der vorliegenden Studie anhand der Clusteranalysen, bei denen keine Interaktionen berücksichtigt werden konnten, jedoch nicht festgestellt werden.

Ein **Abliegen aus dem Stehen** in die sternale Lage geht mit einem geringeren Erdrückungsrisiko für die Ferkel einher als ein Fallenlassen der Sau in die Seitenlage (WECHSLER UND HEGGLIN 1997). Ein Fallenlassen wurde gemäß Definition (Anhang 10.5.1) nur in sieben Erdrückungsfällen (2,0 %) bei geöffnetem Stand beobachtet, wobei sechs der sieben Ereignisse dem „Steh-Cluster“ zugeordnet waren. Das Abliegen aus dem Stehen auf die Körperseite war deutlich häufiger zu beobachten und überwiegend dem „Steh-Cluster“ zugeordnet. In Summe decken sich diese Beobachtungen mit jenen von ANDERSEN et al. (2005), welche 14 % der Erdrückungsfälle bei raschem Abliegen der Sau (Fallenlassen) auf die Seite beobachteten – hierbei wurde allerdings nicht zwischen dem in der gegenständlichen Studie definierten Fallenlassen und seitlichem Abliegen differenziert.

Erdrückungen im Zusammenhang mit Positionswechseln im **Sitzen** wurden von WEARY et al. (1996b) ausschließlich bei geschlossenem Stand und nicht bei freibeweglicher Sau vorgefunden. Dies kann in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Es wurden auch Erdrückungsfälle während Sitzpositionswechseln bei freibeweglicher Sau detektiert, allerdings deutlich weniger als bei geschlossenem Stand und diese charakterisierten keinen eigenen Cluster. Sitzpositionswechsel scheinen bei geöffnetem Stand bzw. freibeweglicher Sau eher eine untergeordnete Rolle zu spielen. Dies könnte (wie bereits bei geschlossenem Stand erwähnt) möglicherweise damit zusammenhängen, dass die Sauen nicht durch den Stand eingeschränkt waren und Positionswechsel eher direkt als über die Zwischenposition Sitzen ausführten (BAUMGARTNER et al. 2009, WEARY et al. 1996b).

Die Aktion **Treten** durch die Sau war bei geöffnetem Stand insgesamt fünfmal (1,4 %) und auf die beiden Cluster annähernd gleichmäßig verteilt zu beobachten. Dieser Wert ist deutlich niedriger verglichen mit 5-13 % der in der Literatur angegebenen kritischen Situationen bzw. Erdrückungsfälle durch Treten in freien Abferkelbuchten (BAUMGARTNER et al. 2009, HÖINGHAUS 2012, MARCHANT et al. 2001).

Buchtentyp:

Hinsichtlich der Verteilung von Ereignissen nach BT ergaben sich in den beiden Clustern bei geöffnetem Stand keine klaren Tendenzen, die eine schlüssige Interpretation zuließen: Fälle aus den Buchtentypen K und T wurden etwas häufiger dem Cluster 1 („Liege-Cluster“) und jene aus den Buchtentypen F und T vermehrt dem Cluster 2 („Steh-Cluster“) zugeordnet.

Wurfzahl:

Die beiden Cluster unterschieden sich hinsichtlich des numerischen Faktors Wurfzahl der Sauen (Abbildung 54), wobei Erdrückungsfälle mit älteren Sauen eher im „Steh-Cluster“ (Cluster 2) vorkamen. Dies könnte darin begründet sein, dass ältere Sauen größer und schwerer und daher in ihren Bewegungsabläufen (z.B. beim Abliegen) etwas behäbiger und ungeschickter sind als jüngere Tiere (D'EATH UND JARVIS 2002, HALES et al. 2015a, PRANGE 2004, WEARY et al. 1998). Dass dieser Faktor bei geöffnetem, nicht aber bei geschlossenem Abferkelstand Bedeutung hatte, könnte damit zusammenhängen, dass fixierte Sauen sich im Zuge des Abliegevorgangs an die Standseiten anlehnen konnten, wohingegen sie sich bei geöffnetem Stand eher im Bewegungsbereich/in der Buchtenmitte (Zone 7a-c) und damit ohne Kontakt zu einer entsprechend stützenden Einheit (z.B. Buchtenwand) ablegten.

5.3.2 Beteiligung und Berührung der Buchteneinrichtung und Konsequenzen für die Konstruktion

5.3.2.1 Berührung und Beteiligung des Abferkelstandes

Das Erdrücken gegen einen Buchtenbestandteil war insgesamt in 21 Fällen (14 bei geschlossenem und sieben bei geöffnetem Stand) zu beobachten. Bedingt durch die Kameraeinstellung war ein allfälliger Einfluss in weiteren sechs Sequenzen bei geschlossenem Stand und einem Fall bei geöffnetem Abferkelstand nicht eindeutig auszuschließen. Diese Vorfälle stellten zwar insgesamt betrachtet einen verhältnismäßig geringen Anteil an allen Erdrückungsereignissen dar (3,2 %) – jene Fälle an der hinteren Standabstützung bei geschlossenem Abferkelstand könnten jedoch gänzlich verhindert werden, wenn die abgestützten Stände der Knick- und Trapezbucht komplett freitragend oder andersartig stabilisiert (Verlagerung der Stütze nach außerhalb des Tierbereichs bzw. der Bucht) ausgeführt würden (vgl. HEIDINGER et al. 2017, Kap. 13.4.2).

In der SWAP-Bucht erschien der Stand bzw. die vorhandene Standseite (die Abgrenzung zur anderen Seite hin bildete die Abliegewand) auf Grund des Gelenks in der Standmitte und der fehlenden Verankerung im Boden sehr instabil und bot den Sauen beim Anlehnen im Zuge eines Abliegevorgangs nur unzureichenden Halt. Dies spiegelte sich auch in der beinahe dreimal so hohen Anzahl der bei geschlossenem Stand analysierten Erdrückungsverluste unter Berührung der Standseite, verglichen mit Berührung des Abliegebretts, wider (Tabelle 21). Hinweise darauf, dass die Standkonstruktion in der SWAP-Bucht möglicherweise weniger geeignet scheint Ferkelverluste durch Erdrücken zu verhindern, liefert auch die nur in dieser Bucht bei geschlossenem Stand insgesamt erhöhte Anzahl beobachteter Erdrückungen (n = 68) im Vergleich zur Situation bei geöffnetem Stand (n = 48; Anhang 10.6.1).

In der Trapezbucht wurde eine Erdrückung an den hinteren Standtüren festgestellt (siehe Abbildung 49). Abhilfe kann geschaffen werden, indem der untere Bogen der beiden „Salontüren“ weggelassen wird, worauf der Hersteller auch bereits entsprechend reagiert hat (Abbildung 58).



Abbildung 58: Salontüre (hintere Standbegrenzung) ohne unten begrenzenden Metallrahmen

5.3.2.2 *Berührung der Buchteneinrichtung und Beteiligung von Abweiseinrichtungen*

Im Zuge eines Abliegevorgangs aus dem Stehen wurde auch beurteilt, ob die Sau die Buchteneinrichtung berührt hatte. Die Qualität der Berührung (Anlehnen mit Absicht oder unabsichtliche Berührung) fand keine Berücksichtigung, da sich die tatsächliche Intention der Sau in vielen Fällen nicht eindeutig darstellte: So war häufig nicht zu unterscheiden, ob eine Sau sich gewollt an die Standseite bzw. eine andere Buchteneinrichtung gelehnt hatte oder es lediglich auf Grund der Platzverhältnisse zu einer unabsichtlichen Berührung der Buchtenbestandteile gekommen war.

Im Vergleich der Buchtentypen zeigte sich, dass Abliegevorgänge im Buchtentyp T bei geöffnetem Stand häufiger ohne Berührung der Buchteneinrichtung erfolgten als in den drei anderen Buchtenmodellen (Tabelle 21). Dies weist – wie bereits im Zusammenhang mit der Buchtenzone erwähnt – darauf hin, dass sich die Sauen besonders häufig in der Buchtenmitte abgelegt und nicht an der Buchteneinrichtung (Standseiten, Abweisbügel, Buchtenwand) orientiert bzw. diese als Abliegehilfe genutzt hatten. Wenn sich Sauen in der Mitte der Bucht niederlegten, stuften MARCHANT et al. (2001) 36,3 % dieser Fälle als gefährlich für die Ferkel ein und in 15,0 % gingen sie für die Ferkel tödlich aus. Dieser Prozentsatz reduzierte sich deutlich – auf rund 4,5 % gefährliche und 0,5 % tödliche Situationen – wenn sich die Sauen im Bereich einer Buchteneinrichtung (Ferkelnestabgrenzung, Wand neben dem Ferkelnest oder schräge Buchtenwand) ablegten.

In vier Erdrückungsfällen war ein Abweisbügel entlang von Buchtenwänden direkt in den Erdrückungsvorgang involviert (je zwei Fälle im Buchtentyp Flügel und Knick). Abweisstangen an den Wänden von Abferkelbuchten sollen dem Schutz der Ferkel vor dem Erdrücken gegen die Wand dienen. (In diesem Zusammenhang wurden zwei Fälle an Wandbereichen ohne Abweisvorrichtung beobachtet.) Die tatsächliche Wirkung von Abweisvorrichtungen wird in der Literatur kontrovers diskutiert: Während ANDERSEN et al. (2007), DANHOLT et al. (2011) und FRIEDLI et al. (1994) Abweisbügel an den Wänden als wichtige Schutzeinrichtung zur Reduktion

der Ferkelmortalität bezeichnen, sehen WEBER et al. (2006) in gut gestalteten Abferkelbuchten diese Vorrichtungen als unnötig an.

HESSE (1991) stellte fest, dass Sauen bevorzugt mehrere horizontal verlaufende und übereinander angeordnete Rohre (i.e. Kastenstandseiten eines geöffneten Abferkelstandes) zum Hinabgleiten in die Liegeposition nutzten als die in einer freien Abferkelbucht („Universalbucht“ mit gleichem Grundriss wie Bucht mit aufklappbarem Stand) an der Wand montierte Abweisstange. In der freien Abferkelbucht mit dem Abweispügel an der Wand ließen sich die Zuchtsauen eher in der Buchtenmitte fallen. In der Trapezbucht war nur an einer Wandseite eine relativ kurze Abweisstange vorhanden, die übrige Eingrenzung wurde durch die Standseiten bzw. Buchtentür (ohne Abweissvorrichtung) gebildet. Dass die Sauen in diesem Zusammenhang ganz gezielt diesen einen Schutzbügel gemieden haben könnten, bleibt zu bezweifeln, denn dann hätten zumindest die Standseiten den Sauen ein besseres „Hinabgleiten“ in die Liegeposition ermöglichen können. – Dennoch ereigneten sich in diesem BT, wie bereits erwähnt, besonders viele Erdrückungen ohne Berührung der Buchteneinrichtung bzw. in der Buchtenmitte. Möglicherweise funktioniert hierbei das Wechselspiel aus Buchtengeometrie und Verhalten der Sau nicht optimal („orientierungsbietend“ bzw. „richtunggebend“). Die anderen drei Buchtentypen scheinen bedingt durch die buchtenspezifischen Öffnungszustände (Geometrie) den Sauen bessere Orientierungsmöglichkeiten bei Abliegevorgängen bzw. Positionswechseln zu bieten. Im Falle der Flügelbucht mit dem vergleichsweise kleinsten Bewegungsbereich (3,12 m²) sind grundsätzlich auch die Variationsmöglichkeiten der z.B. Liegepositionen stark eingeschränkt bzw. durch den geöffneten Stand vorgegeben (ENGLER 2017). Gleichzeitig ist denkbar, dass das Wiederholen ähnlicher Verhaltensmuster durch die Sauen mit gleichzeitiger Orientierung an gegebenen Strukturen – wie beispielsweise das wiederholte Abliegen entlang der hinteren Buchtenwand im BT F – den Ferkeln ein besseres Abschätzen der für sie gefährlichen Situationen ermöglichte. Eventuell könnte eine schräge Abliegewand anstelle des Abweispügels (Präferenz der Sauen für Buchtenwände bzw. schräge Abliegewände verglichen mit Abweisstangen an den Wänden gemäß DAMM et al. (2006)) in der Trapezbucht eine Verbesserung hinsichtlich des Abliegeverhaltens der Sauen (weg von der Buchtenmitte hin zu Abliegehilfen) herbeiführen – dies müsste in einer entsprechenden Versuchsanordnung getestet werden.

In zwei der vier Flügelbuchten in GH waren die Seitenwände über 26 Würfe hinweg nicht mit Abweissvorrichtungen versehen (vgl. Tabelle 8). Dieser Umstand führte jedoch weder zu erhöhten Gesamtverlusten in diesen Buchten (ein diesbezüglicher Vergleich wurde vor Einbau der Abweispügel angestellt) noch einem dokumentierten Erdrückungsverlust an diesen vermeintlich ungeschützten Buchtenseitenwänden. Daraus kann geschlossen werden, dass die seitlichen Abweissvorrichtungen im BT F nicht zwingend notwendig sind und im Sinne einer verbesserten Bewegungsfreiheit der Sau entfernt bzw. weggelassen werden sollten. Zu ähnlichen Erkenntnissen kam auch ENGLER (2017), welcher in einer begleitend durchgeführten Diplomarbeit an der Veterinärmedizinischen Universität Wien Verhaltensbeobachtungen zur Buchtennutzung durchgeführt hat. Weiter unterstützt werden diese Empfehlungen durch ebendort gewonnene Ergebnisse von BITSCHNAU (2017), wonach in der Flügelbucht vor allem die an den Seitenwänden angebrachten Abweispügel die Platzverhältnisse der Sau einengten, sodass während der Geburt bei geöffnetem Stand Ferkel häufig zwischen dem Bügel bzw. der Wand und der Muttersau eingeklemmt wurden.

Die Abweissvorrichtungen an den rückwärtigen Wänden (gegenüber dem Trog) der untersuchten Buchtentypen F, K, S, und T sollten aber aus Sicherheitsgründen nicht entfernt

werden, bis weitere Untersuchungen hinsichtlich deren Einfluss auf Erdrückungen angestellt wurden. Jegliches Weglassen derartiger Einrichtungen bietet den Vorteil einer Vergrößerung des Bewegungsbereichs der Sau, muss aber in Relation zum Gefahrenpotenzial für die Ferkel gesetzt werden. Im Hinblick auf die Vermeidung von Abliegevorgängen in der Buchtenmitte mit damit verbundenen erhöhten Verlusten (wie von MERCHANT et al. (2001) berichtet und in dieser Studie bestätigt), sollten weitere Untersuchungen betreffend geeigneter Konstruktionen (z.B. Kühleinrichtungen im Boden oder in Abliegevorrichtungen) zur Steuerung bzw. Lenkung des Verhaltens der Sauen angestellt werden.

6 ALLGEMEINE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Für eine ökonomisch und im Sinne des Tierwohls erfolgreiche Ferkelproduktion sind insbesondere die Anzahl abgesetzter Ferkel je Wurf bzw. je Sau und Jahr von besonderer Bedeutung und somit die aufgetretenen Ferkelverluste entscheidend. Mit der Änderung der 1. ThVO (BGBl. II Nr. 61/2012) und der damit verbundenen Festlegung neuer Mindeststandards im Abferkelbereich, müssen sich in Österreich spätestens ab 2033 Sauen in Abferkelbuchten mit einer Mindestfläche von 5,5 m² zumindest zeitweise (nach Abschluss der „kritischen Lebensphase der Saugferkel“) frei bewegen können. Diese Änderung bedeutet einen wesentlichen Schritt in Richtung mehr Tierwohl für Sauen im Abferkelbereich. Das zentrale Thema der vorliegenden Arbeit war die Ferkelmortalität in unterschiedlichen Abferkelbuchtentypen mit temporärer Fixierung der Sau. Diese sollte anhand von Produktionsdaten, Analyse von Sektionsdaten der zu Tode gekommenen Ferkel bzw. Verhaltensbeobachtungen im Zusammenhang mit Erdrückungsereignissen ergründet und differenziert betrachtet werden. Im Hinblick auf die untersuchten **Fixierungsvarianten** können folgende Schlussfolgerungen getroffen werden:

- In den untersuchten Buchtensystemen mit Flächenmaßen von 5,5 m² bis zu 7,4 m² stellt eine temporäre Fixierung der Sau für zumindest drei Tage p.p. (bis zum 4. Lebenstag der Ferkel) verglichen mit der freien Abferkelung (keine Fixierung der Sau; Kontrollvariante) eine wirksame Maßnahme zur Reduktion der Mortalitätsrate (bzw. Erdrückungen) der Ferkel dar. Durch eine über den 4. Lebenstag hinausgehende Fixierung kann basierend auf der vorhandenen Datenlage keine weitere Reduktion der Mortalitätsrate erzielt werden.
- Die bei temporärer Fixierung ermittelten Ferkelverlusten (11,1-13,7 %) sind vergleichbar mit den Ergebnissen zu Ferkelverlusten der österreichischen Arbeitskreisbetriebe in konventionellen Kastenstandsystemen (13,3 %; BMNT (2018)). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass für die österreichische Ferkelproduktion im Hinblick auf die Ferkelmortalität bei einer künftigen Anwendung der temporären Fixierung in den getesteten Abferkelbuchten im Vergleich zu den bisherigen Produktionsbedingungen keine Nachteile zu erwarten sind.
- Mit Bezug auf den Fixierungszeitpunkt bietet eine Fixierung der Sau vor der Geburt tendenzielle Vorteile hinsichtlich der Ferkel- bzw. Erdrückungsverluste verglichen mit einer Fixierung nach der Geburt. Da die im Zusammenhang mit den Fixierungsvarianten definierten Zeitintervalle zwischen Fixierung der Sau ante partum und Geburt (FV 4 und 6) bzw. Geburt und Fixierung post partum (FV 3) oder ohne jegliche Fixierung (FV 0) keinen Einfluss auf die relative Häufigkeit der drei definierten Todeskategorien hatten, kann gefolgert werden, dass es im Hinblick auf die Auftretenshäufigkeit der drei definierten Todesarten unerheblich ist, ob und wann eine Sau im peripartalen Zeitraum fixiert wird. Bei der Entscheidung, ob die Sau ante oder post partum fixiert werden soll, werden mögliche Aspekte im Hinblick auf die Ferkelverlusten gegen die Einschränkungen, die eine Fixierung für die Sau nach sich ziehen (z.B. eingeschränkter Nestbau), abzuwägen sein. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung war diese Einschätzung nicht möglich bzw. Ziel, weshalb weitere Untersuchungen anzustreben wären, welche den konkreten Effekt des Einsperrens ante partum vs. des Auftreibens der Muttersau unmittelbar nach Abschluss der Geburt auf das Wohl der Sauen zum Inhalt haben. Im Zusammenhang mit dem Fixierungszeitpunkt der Sau sind auch Aspekte der Arbeitswirtschaft zu beachten: Eine Fixierung nach Abschluss der Geburt (FV 3) erfordert ein hohes Maß an

Tierbeobachtung bzw. werden die damit in Zusammenhang stehende zeitliche Flexibilität und das Einfühlungsvermögen der Ferkelproduzenten in den Fokus gestellt. Insbesondere bei Geburten in der Nacht oder im Falle von Arbeitsspitzen, beispielsweise während der Erntezeit, könnte sich dies im Hinblick auf die Arbeitsqualität als herausfordernd darstellen.

- Ein möglicher Lösungsweg, um das Tierwohl ante partum zu verbessern, könnte eine Fixierung der Sauen erst nach Ende der Nestbauphase (kurz vor Einsetzen der Geburt) darstellen (vgl. HEIDINGER et al. 2017, Kap. 12.2). Auch hier kommt dem Faktor Mensch als Betreuungsperson entscheidende Bedeutung in Bezug auf die Geburtsüberwachung zu. Hilfreich könnten sich in diesem Zusammenhang automatisierte Systeme zur Überwachung von Nestbau und/oder Geburt bei Sauen erweisen – erste vielversprechende Ergebnisse liegen vor (OCZAK et al. 2015).

Mit Bezug auf die fünf untersuchten **Buchtentypen** mit Fixierungsmöglichkeit der Sau können in Zusammenschau der vorliegenden Ergebnisse folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die getesteten Buchtentypen wurden weder im Zusammenhang mit der Mortalitäts- bzw. Erdrückungsrate noch mit der Auftretenshäufigkeit von Todesursachen als relevanter Einflussfaktor ermittelt. Kein BT fiel im Hinblick auf die behandelten Fragestellungen besonders positiv oder negativ auf. – Daraus kann gefolgert werden, dass die untersuchten Buchtentypen mit Flächenmaßen von 5,5-6 m² hinsichtlich der Ferkelmortalität bzw. Erdrückungsrate und Todesursachen gleichermaßen für den Zweck der temporären Fixierung von Sauen geeignet sind. Für den flächenmäßig größten Buchtentyp Pro Dromi (7,4 m²) gelten diese Aussagen eingeschränkt, da nur die Mortalitäts- bzw. Erdrückungsraten ausgewertet wurden.
- In keinem der fünf geprüften Buchtentypen konnten bei freier Abferkelung (FV 0) vertretbare Ferkelverluste erzielt werden. Daher sind diese Buchtentypen nicht für eine freie Abferkelung geeignet bzw. waren die drei LK-Buchten mit 5,5 m² auch nicht dafür konstruiert worden.
- Die zu Erdrückungen führenden Verhaltensweisen von Sauen bzw. Ferkeln unterschieden sich nach der Situation des Abferkelstandes (geschlossen oder geöffnet) und bei geschlossenem Abferkelstand haben die Faktorenkombinationen in den Clustern Hinweise darauf ergeben, dass im Zusammenhang mit Erdrückungen auch der Abferkelstand an sich (dessen Konstruktion) eine Rolle spielt: Ein breiter Stand (Knick-Bucht) bzw. insgesamt sehr groß dimensionierter, nicht verstellbarer und instabiler Abferkelstand (SWAP-Bucht) wirkt sich möglicherweise ebenso wie ein zu kurzer Stand (Trapezbucht) nachteilig auf Erdrückungsverluste in der Phase der Fixierung aus. Bei der Konstruktion des Abferkelstandes ist auf eine entsprechende Stabilität Bedacht zu nehmen: Die Sauen müssen sich bei Bedarf an die Standseiten anlehnen können, ohne Gefahr zu laufen, bei einem Nachgeben dieser auszurutschen oder zu stürzen (und Ferkel zu erdrücken).
- An Abstützungen im hinteren Standbereich kann es gemäß den Erdrückungsanalysen zu Ferkelverlusten durch Einklemmen oder Quetschen der Ferkel kommen. Im Sinne der Tiergerechtigkeit sollten derartige Stützvorrichtungen nach außerhalb des Tierbereichs verlagert werden (vgl. HEIDINGER et al. 2017, Kap. 13.4.2) oder der Stand insgesamt freitragend konzipiert sein (z.B. Flügelbucht).

- Neben der ermittelten erhöhten Verlustrate unter Anwendung der FV 0 stellte ein geöffneter Abferkelstand bzw. die freie Bewegungsfläche (das Zentrum der Bucht) auch im Zusammenhang mit den Sektions- und Erdrückungsanalysen ein Gefährdungspotenzial dar. Weitere Untersuchungen bezüglich des komplexen Zusammenspiels aus Buchtenkonstruktion und -geometrie sowie Tierverhalten wären anzustreben, um beispielsweise geeignete Lösungen zur Steuerung des Abliegeverhaltens der Sauen bzw. zur Minderung des Auftretens von Erdrückungsverlusten erarbeiten zu können.

Ergänzend zu den bereits genannten Bereichen bzw. Zusammenhängen können folgende weitere Aussagen getroffen werden:

- Die Wahrscheinlichkeit für Erdrückungen stieg mit zunehmendem Entwicklungszustand im Vergleich zum Verenden an. Dies spricht dafür, dass in Relation zu den vorgefundenen verendeten Tieren nicht überwiegend kümmernde und verhungerte Ferkel erdrückt wurden, sondern auch vergleichsweise wohlproportionierte Ferkel. Da grundsätzlich auch die Situation des Abferkelstandes (geöffnet) eine Rolle spielte, könnte möglicherweise in einer ersten Eingewöhnungsphase nach dem Öffnen des Abferkelstandes eine vermehrte Tierbeobachtung und ein kurzfristiges Wegsperrn der Ferkel zur Vermeidung von Erdrückungsverlusten beitragen. Diese Annahme basiert auf Hinweisen zu einer erhöhten Erdrückungsgefährdung (CHIDGEY et al. 2015, KING et al. 2018), insbesondere vitaler Ferkel (JAIS UND SCHNEIDER 2017) im Zusammenhang mit der an die Stand-Öffnung anschließenden Phase.
- Neben den Fixierungsvarianten wurde die Wurfgröße als relevanter Einflussfaktor bezüglich der Ferkelmortalität ermittelt. Durch entsprechendes Ferkelversetzen sollte aus Tierschutzgründen die Wurfgröße innerhalb der Abferkelgruppe angepasst werden (Ferkelanzahl im Wurf jedenfalls kleiner als vorhandene Zitzenanzahl), um Ferkelverlusten entgegenzuwirken.
- Neben angepassten Wurfgrößen wird künftig bei zeitweise freibeweglicher Sau im Abferkelbereich verstärktes Augenmerk auf die Wurfausgeglichenheit bzw. die Vitalität der Ferkel sowie die Mütterlichkeit der Zuchtsauen zu legen sein, um die Ferkelverluste weiter reduzieren zu können. Die diesbezüglichen züchterischen Optimierungsmöglichkeiten werden aktuell in einem österreichischen Projekt („OptiZucht“, PFEIFFER (2017)) untersucht.
- Der Gesundheitszustand der Sauen (Lahmheit) und eine Behandlung auf Grund von MMA oder eine Oxytocin- bzw. Stresnilgabe spielten in der vorliegenden Untersuchung weder im Hinblick auf die Ferkelmortalität im Allgemeinen, noch auf die Erdrückungsrate und -vorgänge im Speziellen eine wesentliche Rolle. In diesem Zusammenhang dürfte die Anzahl von Behandlungsfällen zu gering gewesen bzw. andere saubezogene Faktoren (z.B. Wurfzahl) von größerer Relevanz gewesen sein. Grundsätzlich wird jedoch davon ausgegangen, dass Lahmheit, Beinschwäche (FRIEDLI et al. 1994, SHANKAR et al. 2009, SPICER et al. 1986, WECHSLER UND HEGGLIN 1997) und Erkrankung bzw. Milchfieber (FRIEDLI et al. 1994, HELLBRÜGGE 2007, SHANKAR et al. 2009, SPICER et al. 1986) Einfluss auf das Tierverhalten nehmen bzw. das Erdrückungsrisiko erhöhen können. In Solchen Fällen und auf Grund von Aggressivität der Sau wird ein Schließen des Standes während der Geburt (vgl. FRIEDLI et al. 1994) oder auch im Verlauf der Säugephase indiziert sein.

- Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können ergänzend zum Abschlussbericht des Projekts „Pro-SAU“ dem Gesetzgeber als Grundlage zur Festlegung neuer Mindeststandards in der 1. Tierhaltungsverordnung betreffend die temporäre Fixierungsdauer von Sauen in Abferkelbuchten dienen.
- Im Zusammenhang mit der temporären Fixierung sollten künftig weitere Effekte der Bewegungsmöglichkeit für Sauen, wie sie aus Untersuchungen zur freien Abferkelung, aber zum Teil auch bereits zur temporären Fixierung bekannt sind, näher untersucht werden: Dies betrifft zum Beispiel Gewichtszunahmen/Absetzgewichte der Ferkel (BAUMGARTNER 2012a, CHIDGEY et al. 2015, HESSEL et al. 2000, KAMPHUES 2004), Futteraufnahme der Sauen (CRONIN 2014, CRONIN et al. 2000, MORRISON UND BAXTER 2013), (Zitzen-)Gesundheit (VERHOVSEK 2007) und Milchleistung der Sauen, welche mögliche zusätzliche „Benefits“ sowohl für die Ferkelproduzenten als auch die Tiere darstellen könnten.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Die in Europa seit den 70er Jahren praktizierte permanente Fixierung von Muttersauen während der Geburts- und Säugephase war in Österreich in den vergangenen Jahren Gegenstand heftiger öffentlicher Diskussionen. Kastenstände wurden vorwiegend aus ökonomischen (Platzaufwand, stabile Aufzuchtleistung) und arbeitswirtschaftlichen Gründen eingeführt. Für die Sauen bedeutet die permanente Fixierung im Kastenstand der Abferkelbucht allerdings eine wesentliche Einschränkung der Bewegungsfreiheit und des Normalverhaltens (z.B. keine Möglichkeit zum adäquaten Ausführen von Nestbauverhalten und zur Trennung von Kot- und Liegebereich, eingeschränkte Kontaktmöglichkeit zu den Ferkeln). Diese Haltungsform führt nachgewiesenermaßen zu einer erhöhten Stressbelastung der Sauen bzw. zu Schmerzen, Schäden und Leiden, was dem Tierschutzgesetz widerspricht. Als Ergebnis der Überprüfung der Rechtskonformität der 1. Tierhaltungsverordnung wurde diese novelliert (1.ThVO, BGBl. II Nr. 485/2004; geändert durch BGBl. II Nr. 61/2012). Dabei wurde u.a. festgelegt, dass spätestens ab 1. Jänner 2033 Sauen nur mehr bis zum Ende der „kritischen Lebensphase der Saugferkel“ fixiert werden dürfen und Abferkelbuchten eine Mindestfläche von 5,50 m² aufweisen müssen. In diesem Zusammenhang mussten neue Abferkelbuchten mit Bewegungsmöglichkeit und entsprechende Fixierungszeiträume in Abhängigkeit der Ferkelmortalität erörtert werden.

Die vorliegende Dissertation hatte zum Ziel, den Einfluss von fünf Buchtentypen, vier Fixierungsvarianten sowie anderer Faktoren auf das Ausmaß der Ferkelmortalität und die drei Todesarten – „tot geboren“, „erdrückt“, „verendet“ – (1) anhand von Produktionsdaten, (2) Sektionsdaten tot aufgefundener Ferkel sowie (3) mittels Videoanalysen von Erdrückungsereignissen zu untersuchen. Hierfür wurden in drei Forschungsbetrieben Hatzendorf (HD), Gießhübl (GH), Medau (MD) über drei Jahre hinweg Daten von Sauen in fünf unterschiedlichen Buchtentypen mit Flächenmaßen von 5,5 m² bis zu 7,4 m² erhoben. Es kamen vier Fixierungsvarianten zur Anwendung, welche wie folgt definiert waren: FV 0 (Kontrollvariante, keine Fixierung), FV 3 (Fixierung nach Ende der Geburt bis zum 4. Lebenstag der Ferkel), FV 4 und FV 6 (Fixierung einen Tag vor dem errechneten Geburtstermin bis zum 4. bzw. 6. Lebenstag der Ferkel).

(1) Die in 750 Würfen aufgetretenen Ferkelverluste (unter den lebend geborenen Ferkeln nach Wurfausgleich) sowie Erdrückungsverluste wurden anhand von Regressionsanalysen ausgewertet. Dabei konnte festgestellt werden, dass eine Fixierung der Sau für zumindest drei Tage post partum (bis zum 4. Lebenstag der Ferkel) verglichen mit einer freien Abferkelung (FV 0) zu einer signifikanten Reduktion der Ferkelverluste bzw. Erdrückungsrate führte. Eine über den 4. Lebenstag hinausgehende Fixierungsdauer hatte keine weitere Reduktion der Mortalität zur Folge. Die bei temporärer Fixierung ermittelten Ferkelverlusten (11,1-13,7 %) sind vergleichbar mit den Ergebnissen zu Ferkelverlusten der österreichischen Arbeitskreisbetriebe in konventionellen Kastenstandssystemen (13,3 %; BMNT (2018)). Während die untersuchten Buchtensysteme sich hinsichtlich der Mortalität nicht unterschieden, hatten in allen Modellvarianten die Wurfgröße und die Wurfzahl (Alter der Sau) einen signifikant negativen Einfluss auf die Ferkelmortalität: Die Ferkelmortalitäts- bzw. Erdrückungsrate stieg an, wenn die Wurfgröße oder das Alter der Sau zunahm.

(2) Die Auswertung der Sektionsdaten von 1471 Ferkeln, die während des Versuchs in zwei der Forschungsbetriebe (HD und GH) tot aufgefunden wurden, erfolgte anhand eines multinomialen und binomialen Regressionsmodells. Ersteres ergab, dass sich tot geborene und erdrückte Ferkel von der Referenzkategorie „verendet“ (= lebend geboren, aber aus anderen

Gründen als durch Erdrücken zu Tode gekommen) bezüglich des Entwicklungszustandes und des Betriebes unterschieden: Bei einer Zunahme des Entwicklungszustandes ($EZ = \text{Körpermasse} / \text{Nacken-Steiß-Länge}^2$) um eine Einheit (in kg/m^2), nahm die Chance für Erdrückungen bzw. Totgeburten im Vergleich zur Referenz-Todesursache „verendet“ um den Faktor 1,157 oder 15,7 % bzw. den Faktor 1,087 oder 8,7 % zu. Die Wahrscheinlichkeit für eine Erdrückung im Vergleich zum Verenden stieg an, wenn der Entwicklungszustand des Ferkels zunahm, der Abferkelstand geöffnet war bzw. Anzeichen für ein Trauma (Hämatome/Brüche, Blutausfluss aus Rüssel und/oder Maul) oder Magen- und/oder Darminhalt vorhanden waren. Hingegen nahm die Chance für die Todesursache „erdrückt“ im Vergleich zur Kategorie „verendet“ ab, wenn das betroffene Ferkel „Slippers“ (Klauenschuhe) und Anomalien aufwies, im Wurf eine Durchfallbehandlung erfolgt war oder das Ferkelalter zunahm.

(3) Die Videoanalysen der Erdrückungssequenzen von 650 erdrückten Ferkeln in zwei Betrieben (HD und GH) ergab, dass sich zu Erdrückungen führende Verhaltensweisen der Sauen nach der Situation des Abferkelstandes (geschlossen oder geöffnet) unterschieden bzw. in einer starken Abhängigkeit der jeweiligen Standsituation zu sehen sind. Die Clusteranalysen wurden getrennt nach Standsituation durchgeführt und es zeigte sich, dass die Cluster bei beiden Standsituationen vornehmlich durch die Ausgangspositionen von Sau und betroffenem Ferkel charakterisiert wurden. In diesem Zusammenhang ließ sich feststellen, dass liegende Ferkel zumeist von liegenden Sauen und stehende Ferkel überwiegend von stehenden Sauen erdrückt wurden. Bei geschlossenem Stand wurde neben den beiden Clustern mit der Ausgangsposition der Sau „Stehen“ und „Liegen“ zusätzlich ein dritter Cluster durch die Ausgangsposition „Sitzen“ gekennzeichnet. Auch waren bei geschlossenem Stand die Faktorenkombinationen bzw. Verhaltensmuster in zwei von drei Clustern spezifisch für bestimmte Buchtentypen. Der Konstruktion des Abferkelstandes (Stabilität, Abstützungsform, Einstellmöglichkeit auf die Sauengröße) kommt somit Bedeutung im Hinblick auf die Vermeidung von Erdrückungsverlusten zu. Bei geöffnetem Stand stellte der freie Bewegungsbereich (Zentrum der Bucht) eine Zone mit erhöhtem Gefahrenpotenzial für Ferkelerdrückung dar.

In einer Zusammenschau der Ergebnisse kann gesagt werden, dass die untersuchten Buchtentypen weder Einfluss auf die Mortalitäts- bzw. Erdrückungsrate hatten, noch buchtenbezogene Unterschiede in der Auftretenshäufigkeit der definierten Todesursachen („erdrückt“, „verendet“ und „tot geboren“) festgestellt werden konnten. Mit Bezug auf die Ferkelmortalität sind daher grundsätzlich alle fünf untersuchten Buchtentypen für die temporäre Fixierung der Sau geeignet. Die Ergebnisse dieser Arbeit können u.a. dem Gesetzgeber als Grundlage zur Festlegung von Mindeststandards in der 1. THVO für die temporäre Fixierung von Sauen in österreichischen Abferkelbuchten dienen. Grundsätzlich wären basierend auf den vorhandenen Ergebnissen weitere Untersuchungen bezüglich des komplexen Zusammenspiels zwischen Buchtenkonstruktion/-geometrie und dem Tierverhalten hinsichtlich der Reduktion von Erdrückungsvorfällen anzustreben.

8 ABSTRACT

In Europe, permanent crating of sows during parturition and lactation in commercial farrowing units has been the predominant husbandry system since the 1970s. Crates were introduced for economic (space efficiency, good productivity) and management reasons. Permanent confinement restricts behaviour of sows (e.g. no possibility for adequate nest building and separation of lying and dunging area, limited opportunity to establish contact with piglets). This husbandry system leads to higher stress levels in sows, pain, suffering and injury. Therefore, the 1.Tierhaltungsverordnung (1.THVO, animal husbandry regulation) was amended (1.ThVO, BGBl. II Nr. 485/2004; as amended by BGBl. II Nr. 61/2012). This requires, inter alia, that it is allowed to crate sows only until the end of the "critical phase of life of suckling piglets". Moreover, all farrowing pens on Austrian farms must provide at least 5.5 m² until the 1st of January 2033 at the latest. In this context, new farrowing systems with temporary crating and appropriate confinement periods had to be investigated with regard to piglet mortality.

The aim of the present thesis was to investigate the effect of five pen types, four confinement periods and other factors on piglet mortality rate and three causes of death ("stillborn", "crushed", "dead" = died for other reasons). Therefore, (1) production data, (2) necropsy data of dead piglets and (3) video-recorded crushing sequences were analysed. Over a period of three years, data were collected in five pen types (5.5-7.4 m²) on three research farms Hatzendorf (HD), Gießhübl (GH), Medau (MD). Four different confinement periods were applied: CP 0 (no confinement), CP 3 (confinement after farrowing until the 4th day of piglets' lives), CP 4 and 6 (confinement one day before expected farrowing until the 4th and 6th day of piglets' lives).

(1) Live-born piglet mortality (after litter equalization) and crushing mortality in 750 litters were analysed by means of regression models. It was found, that sow confinement for at least three days postpartum (until the 4th day of piglets' lives) resulted in significant reduction of piglet mortality and crushing mortality compared to free farrowing (CP 0). Confinement of sows exceeding 4 days postpartum did not lead to further reduction in piglet mortality. Live-born mortality in pens with temporary confinement (11.1-13.7 %) is comparable to piglet live-born mortality of Austrian piglet producing farms (data from working groups) with conventional crate systems (13.3 %; BMNT (2018)). Results showed significant effects of litter size and sow parity (sow age) on piglet mortality, whereas pen type had no influence on piglet mortality. Mortality rate and crushing rate increased with increasing litter size or parity.

(2) Necropsy data of 1471 piglets found dead during the experimental period on two research farms (HD and GH) were analysed by means of a multinomial and binomial regression model. The former revealed significant differences between stillborn piglets, crushed piglets and piglets dead for other reasons (reference category) with respect to state of body development (BD = body weight / neck-rump length²) and farm. An increase of the state of body development by one unit (in kg/m²) showed enhanced odds ratio for crushed and stillborn piglets (factor 1.157 or 15.7 % and factor 1.087 or 8.7 %) compared to reference category "dead for other reasons". Odds ratio for crushed piglets increased compared to category "dead for other reasons" when state of body development increased, the crate was open, signs of trauma (haematoma/fracture, blood flow from snout and/or muzzle) or stomach and/or intestine content were present. On the contrary, odds ratio for the category "crushed" decreased compared to category "dead for other reasons" when piglets had epinychia or anomalies, the litter had been treated against diarrhoea or with increasing piglet age.

(3) Video analysis of 650 crushing sequences on two farms (HD and GH) revealed that behaviour patterns of sows that lead to piglet crushing could be differentiated by crate situation (open or closed). Cluster analysis was performed separately for closed and open crate. It was apparent, that in both crate situations clusters were predominantly characterized by the initial body position of sow and piglet: In most cases, lying sows crushed lying piglets and standing sows crushed standing piglets. In the situation with a closed crate an additional third cluster was identified and it was characterized by the initial body position sitting of the sow. Furthermore, in two of three clusters with a closed crate factor combinations appeared to be specifically for certain pen types. Therefore, crate design (stability, type of crate support, possibility of crate adjustment according to sow's body dimensions) is of particular importance with regard to avoiding crushing incidences during confinement. When the sow was loose (crate open) the centre of the pen was determined as a potentially dangerous area with regard to piglet crushing.

It can be concluded that the tested pen types did neither have any effect on piglet mortality or piglet crushing nor did the pen type lead to differences regarding relative frequencies of the mortality causes ("crushed", "dead for other reasons" and "stillborn"). With respect to piglet mortality, all five pen types tested are suitable for temporary confinement of sows. Results can, inter alia, serve as a basis for defining minimum standards in the 1. ThVO with respect to temporary confinement of sows in Austria. In general, based on these results further investigation of the complex interaction between pen design, geometry and animal behaviour is needed to reduce piglet crushing.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- ABECIA, J.-A.; ARRÉBOLA, F.; PALACIOS, C. (2017): Offspring sex ratio in sheep, cattle, goats and pigs: influence of season and lunar phase at conception. *Biological Rhythm Research* 48, 417-424.
- AGRESTI, A. (2018): *Categorical data analysis* (2nd ed.) Wiley, New York.
- AHAW (2007): Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission on animal health and welfare aspects of housing and husbandry systems for adult breeding boars, pregnant, farrowing sows and unweaned piglets. *The EFSA Journal* 572, 1-13.
- AHDB (2017): *Pork Yearbook 2016-2017: Key industry statistics, pig performance data and details of knowledge transfer, research and development activity*, Warwickshire, Online: <https://pork.ahdb.org.uk/media/273760/ahdb-pork-yearbook-2016-17.pdf> (Zugriff: 15.10.2018).
- ALONSO-SPILSBURY, M.; RAMÍREZ-NECOECHEA, R.; GONZÁLEZ-LOZANO, M. (2007): Piglet survival in early lactation: A review. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6, 76-86.
- ALONSO-SPILSBURY, M.A.; MOTA-ROJAS, D.; MARTÍNEZ-BURNES, J.; ARCH, E.; LÓPEZ MAYAGOITIA, A.; RAMÍREZ-NECOECHEA, R.; OLMOS, A.; TRUJILLO, M.A.E. (2004): Use of oxytocin in penned sows and its effect on fetal intra-partum asphyxia. *Animal Reproduction Science* 84, 157-167.
- 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 Behaviour Science* 93, 229-243.
- ANDERSEN, I.L.; HAUKVIK, I.A.; BØE, K.E. (2009): Drying and warming immediately after birth may reduce piglet mortality in loose-housed sows. *animal* 3, 592-597.
- ANDERSEN, I.L.; VASDAL, G.; PEDERSEN, L.J. (2014): Nest building and posture changes and activity budget of gilts housed in pens and crates. *Applied Animal Behaviour Science* 159, 29-33.
- ANDERSEN, I.L.; TAJET, G.M.; HAUKVIK, I.A.; KONGSRUD, S.; BØE, K.E. (2007): Relationship between postnatal piglet mortality, environmental factors and management around farrowing in herds with loose-housed, lactating sows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 57, 38-45.
- ANIL, L.; ANIL, S.S.; DEEN, J. (2002): Relationship between postural behaviour and gestation stall dimensions in relation to sow size. *Applied Animal Behaviour Science* 77, 173-181.
- BARNETT, J.L.; HEMSWORTH, P.H.; CRONIN, G.M.; JONGMAN, E.C.; HUTSON, G.D. (2001): A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 1-28.
- BATES, D.; MÄCHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67, 1-48.
- BAUMGARTNER, J. (2012a): Report of the Free Farrowing Workshop Vienna 2011. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, Veterinärmedizinische Universität Wien.
- BAUMGARTNER, J. (2012b): Vom Ferkelschutzkorb in die Freiheit? Perspektiven zur Haltung von Sauen in Abferkelbuchten. In: Tagungsband der 3. Tagung der Plattform Österreichische TierärztInnen für Tierschutz, Wien, 39-48.
- BAUMGARTNER, J.; PODIWINSKY, C.; SCHWARZ, C.; KOLLER, M.; SKRBIC, S.; TROXLER, J.; WINCKLER, C. (2008): Ferkelnest-Nutzung und kritische Situationen in Bezug auf Ferkelerdrücken in drei freien Abferkelbuchten. In: *KTBL-Schrift 471 - Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2008*, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 18-27.
- BAUMGARTNER, J.; WINCKLER, C.; QUENDLER, E.; OFNER, E.; ZENTNER, E.; DOLEZAL, M.; SCHMOLL, F.; SCHWARZ, C.; KOLLER, M.; WINKLER, U.; LAISTER, S.; FRÖHLICH, M.; PODIWINSKY, C.; MARTETSCHLÄGER, R.; SCHLEICHER, W.; LADINIG, A.; RUDORFER, B.; HUBER, G.; MÖSENBACHER, I.; TROXLER, J. (2009): Beurteilung von serienmäßig hergestellten Abferkelbuchten in Bezug auf Verhalten, Gesundheit und biologische Leistung der Tiere sowie in Hinblick auf Arbeitszeitbedarf und Rechtskonformität, Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 1437 BMGFJ & BMLFUW, GZ. LE.1.3.2/0003-II/1/2005, Wien.
- BAXTER, E.M.; EDWARDS, S.A. (2016): Report of the Free Farrowing Workshop 2016. Free Farrowing Workshop Belfast 2016, Belfast, NI.
- BAXTER, E.M.; LAWRENCE, A.B.; EDWARDS, S.A. (2011): Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. *animal* 5, 580-600.
- BAXTER, E.M.; LAWRENCE, A.B.; EDWARDS, S.A. (2012a): Alternative farrowing accommodation: welfare and economic aspects of existing farrowing and lactation systems for pigs. *animal* 6, 96-117.

- BAXTER, E.M.; JARVIS, S.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; EDWARDS, S.A. (2012b): The Weaker Sex? The Propensity for Male-Biased Piglet Mortality. *PLoS ONE* 7, 1-9.
- BAXTER, E.M.; ADELEYE, O.O.; JACK, M.C.; FARISH, M.; ISON, S.H.; EDWARDS, S.A. (2015): Achieving optimum performance in a loose-housed farrowing system for sows: The effects of space and temperature. *Applied Animal Behaviour Science* 169, 9-16.
- BAXTER, E.M.; JARVIS, S.; D'EATH, R.B.; ROSS, D.W.; ROBSON, S.K.; FARISH, M.; NEVISON, I.M.; LAWRENCE, A.B.; EDWARDS, S.A. (2008): Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. *Theriogenology* 69, 773-783.
- BAXTER, E.M.; JARVIS, S.; SHERWOOD, L.; ROBSON, S.K.; ORMANDY, E.; FARISH, M.; SMURTHWAITE, K.M.; ROEHE, R.; LAWRENCE, A.B.; EDWARDS, S.A. (2009): Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system. *Livestock Science* 124, 266-276.
- BECKER, B. (1995): Effects of season and sex on piglet mortality. *Journal of Animal Science* 73 (Suppl 1), 131 (Abstr.).
- BECKERT, I.; BREDE, W.; BÜSCHER, W.; FELLER, B.; WEBER, M. (2012): Ferkelnester: Gestaltung und Heizmöglichkeiten, DLG-Merkblatt 378, DLG e.V. - Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft, Frankfurt/Main.
- BERG, S.; ANDERSEN, I.; TAJET, G.; HAUKVIK, I.; KONGSRUD, S.; BØE, K. (2006): Piglet use of the creep area and piglet mortality – Effects of closing the piglets inside the creep area during sow feeding time in pens for individually loose-housed sows. *Animal Science* 82, 277-281 (Abstr.).
- BITSCHNAU, Y. (2017): Auswirkungen der Fixierung von Sauen im Abferkelstand auf die Geburt. Diplomarbeit, Veterinärmedizinische Universität, Wien.
- BLACKSHAW, J.K.; HAGELSØ, A.M. (1990): Getting-up and lying-down behaviours of loose-housed sows and social contacts between sows and piglets during Day 1 and Day 8 after parturition. *Applied Animal Behaviour Science* 25, 61-70.
- BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W.; THOMAS, F.J.; NEWMAN, F.W. (1994): Comparison of behaviour patterns of sows and litters in a farrowing crate and a farrowing pen. *Applied Animal Behaviour Science* 39, 281-295.
- BMLFUW (2002): Ferkelproduktion und Schweinemast 2001 - Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung in den Arbeitskreisen, Wien.
- BMLFUW (2011): Ferkelproduktion und Schweinemast 2010 - Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung in den Arbeitskreisen, Wien.
- BMNT (2018): Ferkelproduktion und Schweinemast 2017 - Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung in den Arbeitskreisen.
- BONDE, M.; ROUSING, T.; BADSBERG, J.H.; SØRENSEN, J.T. (2004): Associations between lying-down behaviour problems and body condition, limb disorders and skin lesions of lactating sows housed in farrowing crates in commercial sow herds. *Livestock Production Science* 87, 179-187.
- BRADSHAW, R.H.; BROOM, D.M. (2016): A comparison of the behaviour and performance of sows and piglets in crates and oval pens. *Animal Science* 69, 327-333.
- 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.
- CALDERÓN DÍAZ, J.A.; STIENEZEN, I.M.J.; LEONARD, F.C.; BOYLE, L.A. (2015): The effect of overgrown claws on behaviour and claw abnormalities of sows in farrowing crates. *Applied Animal Behaviour Science* 166, 44-51.
- CANARIO, L.; CANTONI, E.; LE BIHAN, E.; CARITEZ, J.C.; BILLON, Y.; BIDANEL, J.P.; FOULLEY, J.L. (2006): Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. *Journal of Animal Science* 84, 3185-3196.
- CECCHINATO, A.; BONFATTI, V.; GALLO, L.; CARNIER, P. (2008): Survival analysis of preweaning piglet survival in a dry-cured ham-producing crossbred line. *Journal of Animal Science* 86.
- CHIDGEY, K.L.; MOREL, P.C.H.; STAFFORD, K.J.; BARUGH, I.W. (2015): Sow and piglet productivity and sow reproductive performance in farrowing pens with temporary crating or farrowing crates on a commercial New Zealand pig farm. *Livestock Science* 173, 87-94.
- CHRISTENSEN, J.; SVENSMARK, B. (1997): Evaluation of producer-recorded causes of preweaning mortality in Danish sow herds. *Preventive Veterinary Medicine* 32, 155-164.

- CONDOUS, P.C.; PLUSH, K.J.; TILBROOK, A.J.; VAN WETTERE, W.H.E.J. (2016): Reducing sow confinement during farrowing and in early lactation increases piglet mortality. *Journal of Animal Science* 94, 3022-3029.
- CRONIN, G. (2014): Developing commercially-viable, confinement-free farrowing and lactation systems - Part 1: Norwegian UMB Farrowing Pen System, Report prepared for the Co-operative Research Centre for High Integrity Australian Pork, Australia, Online: <http://porkcrc.com.au/research/program-1/program-1-projects/> (Zugriff: 09.08.2018).
- CRONIN, G.M.; SIMPSON, G.J.; HEMSWORTH, P.H. (1996): The effects of the gestation and farrowing environments on sow and piglet behaviour and piglet survival and growth in early lactation. *Applied Animal Behaviour Science* 46, 175-192.
- CRONIN, G.M.; LEFÉBURE, B.; MCCLINTOCK, S. (2000): A comparison of piglet production and survival in the Werribee Farrowing Pen and conventional farrowing crates at a commercial farm. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 40, 17-23.
- CRONIN, G.M.; SMITH, J.A.; HODGE, F.M.; HEMSWORTH, P.H. (1994): The behaviour of primiparous sows around farrowing in response to restraint and straw bedding. *Applied Animal Behaviour Science* 39, 269-280.
- CRONIN, G.M.; BARNETT, J.L.; HODGE, F.M.; SMITH, J.A.; MCCALLUM, T.H. (1991): The welfare of pigs in two farrowing/lactation environments: cortisol responses of sows. *Applied Animal Behaviour Science* 32, 117-127.
- CRONIN, G.M.; SCHIRMER, B.N.; MCCALLUM, T.H.; SMITH, J.A.; BUTLER, K.L. (1993): The effects of providing sawdust to pre-parturient sows in farrowing crates on sow behaviour, the duration of parturition and the occurrence of intra-partum stillborn piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 36, 301-315.
- CUI, S.-Q.; CHEN, D.-H.; LI, J.-H.; LI, X.; YIN, G.-A.; BAO, J. (2011): A comparison of postural changes and maternal responsiveness during early lactation in Landrace and Minpig sows. *Applied Animal Behaviour Science* 131, 40-47.
- CURTIS, S.E.; HURST, R.J.; WIDOWSKI, T.M.; SHANKS, R.D.; JENSEN, A.H.; GONYOU, H.W.; BANE, D.P.; MUEHLING, A.J.; KESLER, R.P. (1989): Effects of sow-crate design on health and performance of sows and piglets. *Journal of Animal Science* 67, 80-93.
- D'EATH, R.; JARVIS, S. (2002): Sow consistency in crushing mortality. *Pig Progress* 18, 13-15.
- DAMM, B.I.; FORKMAN, B.; PEDERSEN, L.J. (2005a): Lying down and rolling behaviour in sows in relation to piglet crushing. *Applied Animal Behaviour Science* 90, 3-20.
- DAMM, B.I.; LISBORG, L.; VESTERGAARD, K.S.; VANICEK, J. (2003): Nest-building, behavioural disturbances and heart rate in farrowing sows kept in crates and Schmid pens. *Livestock Production Science* 80, 175-187.
- DAMM, B.I.; PEDERSEN, L.J.; HEISKANEN, T.; NIELSEN, N.P. (2005b): Long-stemmed straw as an additional nesting material in modified Schmid pens in a commercial breeding unit: effects on sow behaviour, and on piglet mortality and growth. *Applied Animal Behaviour Science* 92, 45-60.
- DAMM, B.I.; MOUSTSEN, V.; JØRGENSEN, E.; PEDERSEN, L.J.; HEISKANEN, T.; FORKMAN, B. (2006): Sow preferences for walls to lean against when lying down. *Applied Animal Behaviour Science* 99, 53-63.
- DANHOLT, L.; MOUSTSEN, V.A.; NIELSEN, M.B.F.; KRISTENSEN, A.R. (2011): Rolling behaviour of sows in relation to piglet crushing on sloped versus level floor pens. *Livestock Science* 141, 59-68.
- DE OLIVEIRA JÚNIOR, G.M.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; SILVA, B.A.N.; DE FIGUEIREDO, E.M.; SANTOS, M. (2011): Behaviour and performance of lactating sows housed in different types of farrowing rooms during summer. *Livestock Science* 141, 194-201.
- DOBSON, A.J. (1990): *An Introduction to generalized linear models*. Chapman and Hall, London.
- DYCK, G.W.; SWIERSTRA, E.E. (1987): Causes of piglet loss from birth to weaning. *Canadian Journal of Animal Science* 67, 543-547.
- EDWARDS, S.; MALKIN, S.; SPECHTER, H. (1986): An analysis of piglet mortality with behavioural observations. *Proceedings of the British Society of Animal Production* (1972) 1986, 126-126.
- EDWARDS, S.A. (2002): Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? *Livestock Production Science* 78, 3-12.
- EDWARDS, S.A.; FRASER, D. (1997): Housing systems for farrowing and lactation. *Pig Journal* 39, 77-89.
- EDWARDS, S.A.; SMITH, W.J.; FORDYCE, C.; MACMENEMY, F. (1994): An analysis of the causes of piglet mortality in a breeding herd kept outdoors. *Vet Rec* 135, 324-327.

- ELFF, M. (2018): mclogit: Mixed Conditional Logit Models. R package version 0.6.1.
- ENDRESTØL, A. (2014): The Rise and Fall of the Farrowing Sow: Does Communication Matter? Msc Thesis, Norwegian University of Life Sciences.
- ENGLER, C. (2017): Buchtnutzung der Sau in Abhängigkeit von Fixierungsvariante und Buchttyp. Diplomarbeit, Veterinärmedizinische Universität, Wien.
- FAHMY, M.H.; BERNARD, C. (1971): Causes of mortality in Yorkshire pigs from birth to 20 weeks of age. *Canadian Journal of Animal Science* 51, 351-359.
- FRASER, D. (1990): Behavioural perspectives on piglet survival. *Journal of reproduction and fertility. Supplement* 40, 355-370 (Abstr.).
- FRASER, D.; THOMPSON, B.K. (1986): Variation in piglet weights: Relationship to suckling behavior, parity number and farrowing crate design. *Canadian Journal of Animal Science* 66, 31-46.
- FRIEDLI, K.; WEBER, R.; TROXLER, J. (1994): Abferkelbuchten mit Kastenständen zum Öffnen, FAT-Berichte Nr. 452, Tänikon.
- GÄDE, S.; BENNEWITZ, J.; KIRCHNER, K.; LOOFT, H.; KNAP, P.W.; THALLER, G.; KALM, E. (2008): Genetic parameters for maternal behaviour traits in sows. *Livestock Science* 114, 31-41.
- GERJETS, I.; TRAUlsen, I.; REINERS, K.; KEMPER, N. (2011): Assessing individual sow risk factors for coliform mastitis: A case-control study. *Preventive Veterinary Medicine* 100, 248-251.
- GRANDINSON, K. (2003): Genetic aspects of maternal ability in sows. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- GRANDINSON, K.; LUND, M.S.; RYDHMER, L.; STRANDBERG, E. (2002): Genetic parameters for the piglet mortality traits crushing, stillbirth and total mortality, and their relation to birth weight. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science* 52, 167-173.
- HAIDL, V.; MÜLLNER, S.M.; THALER, P.L.; ZEHETNER, J. (2016): Effect of fixation on behaviour in sows housed in farrowing pens with temporary crating. Bachelor's thesis, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna.
- HALES, J.; MOUSTSEN, V.; NIELSEN, M.B.F.; HANSEN, C. (2013): Individual physical characteristics of neonatal piglets affect preweaning survival of pig-lets born in a non-crated system. *Journal of Animal Science* 91, 4991-5003.
- HALES, J.; MOUSTSEN, V.A.; NIELSEN, M.B.F.; HANSEN, C.F. (2014): Higher preweaning mortality in free farrowing pens compared with farrowing crates in three commercial pig farms. *animal* 8, 113-120.
- 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.
- HALES, J.; MOUSTSEN, V.A.; NIELSEN, M.B.F.; HANSEN, C.F. (2016): The effect of temporary confinement of hyperprolific sows in Sow Welfare and Piglet protection pens on sow behaviour and salivary cortisol concentrations. *Applied Animal Behaviour Science* 183, 19-27.
- 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.
- HALES PEDERSEN, J. (2015): Loose housing or temporary confinement of sows in designed farrowing pens. Dissertation, University of Copenhagen.
- HARRIS, M.J.; GONYOU, H.W. (1998): Increasing available space in a farrowing crate does not facilitate postural changes or maternal responses in gilts. *Applied Animal Behaviour Science* 59, 285-296.
- HARRIS, M.J.; GONYOU, H.W. (2003): Savaging behaviour in domestic gilts: A study of seven commercial farms. *Canadian Journal of Animal Science* 83, 435-444.
- HARRIS, M.J.; LI, Y.Z.; GONYOU, H.W. (2003): Savaging behaviour in gilts and sows. *Canadian Journal of Animal Science* 83, 819-821.

- HEIDINGER, B.; STINGLMAYR, 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: Evaluierung von neuen Abferkelbuchten mit Bewegungsmöglichkeit für die Sau, Abschlussbericht zu den Forschungsprojekten Nr. 100964, 100986, 101062; BMLFUW-LE.1.3.2/0086-II/1/2013, Wien, Online: https://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come_from=homepage&&project_id=3316.
- HEIM, G.; MELLAGI, A.P.G.; BIERHALS, T.; DE SOUZA, L.P.; DE FRIES, H.C.C.; PIUCO, P.; SEIDEL, E.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. (2012): Effects of cross-fostering within 24 h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. *Livestock Science* 150, 121-127.
- HELLBRÜGGE, B. (2007): Genetic aspects of piglet losses and maternal behaviour in sows. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- HERMESCH, S. (2000): A first analysis of piglet mortality identifying important factors. *AGBU Pig Genetics Workshop*, Armidale, Australia, 31-39.
- HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. (2002): Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science* 78, 25-45.
- HERRMANN, V.; BECK, J. (2005): Haltungssystem für Ferkel führende Sauen mit getrennten Klimabereichen. *Landtechnik – Agricultural Engineering* 60, 278-279.
- HERSKIN, M.S.; JENSEN, K.H.; THODBERG, K. (1998): Influence of environmental stimuli on maternal behaviour related to bonding, reactivity and crushing of piglets in domestic sows. *Applied Animal Behaviour Science* 58, 241-254.
- HESSE, D. (1991): Beurteilung unterschiedlicher Haltungsverfahren für ferkelführende Sauen. In: *KTBL-Schrift 351 - Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1991*, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 199-208.
- HESSEL, E.F.; KOLWEYH, U.; VAN DEN WEGHE, H. (2000): Die Bewegungsbucht für säugende Sauen. *Landtechnik – Agricultural Engineering* 55, 46-47.
- HÖINGHAUS, K. (2012): Nestbaurverhalten und Erdrückungsverluste in zwei unterschiedlichen Abferkelsystemen. Masterarb., Universität für Bodenkultur Wien.
- HOLYOAKE, P.K.; DIAL, G.D.; TRIGG, T.; KING, V.L. (1995): Reducing pig mortality through supervision during the perinatal period. *Journal of Animal Science* 73.
- HOY, S. (2002): Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Haltungsfaktoren auf die Häufigkeit von Puerperalerkrankungen bei Sauen. *Praktischer Tierarzt* 83, 990-996.
- HOY, S. (2016): Zucht auf höhere Ferkelzahlen aus Sicht des Tierschutzes. Vortrag Nutztierschutztagung 2016: Tierschutzstandards - Tierwohl - Tiergesundheit, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal.
- HOY, S.; LUTTER, C.; WÄHNER, M.; PUPPE, B. (1994): The effect of birth weight on the early postnatal vitality of piglets. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 101, 393-396.
- HUTSON, G.D.; ARGENT, M.F.; DICKENSON, L.G.; LUXFORD, B.G. (1992): Influence of parity and time since parturition on responsiveness of sows to a piglet distress call. *Applied Animal Behaviour Science* 34, 303-313.
- JAIS, C.; SCHNEIDER, F. (2017): Versuchsergebnisse zum Einsatz verschiedener Bewegungsbuchten am LVFZ Schwarzenau. Vortrag bei der Tagung: Ferkelerzeugung in stürmischen Zeiten - welche Stallkonzepte sind zukunftsfähig?, Schloß Eichhof, Bad Hersfeld, Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung, Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft Hessen e.V.
- JARVIS, S.; D'EATH, R.B.; FUJITA, K. (2005): Consistency of piglet crushing by sows. *Animal Welfare* 14, 43-51.
- JARVIS, S.; REED, B.T.; LAWRENCE, A.B.; CALVERT, S.K.; STEVENSON, J. (2004): Peri-natal environmental effects on maternal behaviour, pituitary and adrenal activation, and the progress of parturition in the primiparous sow. *Animal Welfare* 13, 171-181.
- JARVIS, S.; LAWRENCE, A.; MCLEAN, K.; DEANS, L.A.; CHIRNSIDE, J.; CALVERT, S. (1997): The effect of environment on behavioural activity, ACTH, β -endorphin and cortisol in pre-parturient gilts. *Animal Science* 65, 465-472.
- JARVIS, S.; MCLEAN, K.A.; CALVERT, S.K.; DEANS, L.A.; CHIRNSIDE, J.; LAWRENCE, A.B. (1999): The responsiveness of sows to their piglets in relation to the length of parturition and the involvement of endogenous opioids. *Applied Animal Behaviour Science* 63, 195-207.

- JARVIS, S.; VAN DER VEGT, B.J.; LAWRENCE, A.B.; MCLEAN, K.A.; DEANS, L.A.; CHIRNSIDE, J.; CALVERT, S.K. (2001): The effect of parity and environmental restriction on behavioural and physiological responses of pre-parturient pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 71, 203-216.
- JEON, J.H.; KIM, D.J.; HAN, J.H.; YEON, S.C.; BAHNG, S.H.; MYEONG, B.S.; CHANG, H.H. (2005): Use of a crush-reducing device to decrease crushing of suckling piglets by sows. *Journal of Animal Science* 83.
- JOHNSON, A.K.; MORROW, J.L.; DAILEY, J.W.; MCGLONE, J.J. (2007): Prewaning mortality in loose-housed lactating sows: Behavioral and performance differences between sows who crush or do not crush piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 105, 59-74.
- JOHNSON, A.K.; MARCHANT-FORDE, J.N. (2009): Welfare of Pigs in the Farrowing Environment. In Marchant-Forde (eds.): *The Welfare of Pigs*, Springer Netherlands, Dordrecht, 141-188.
- KAMPHUES, B. (2004): Vergleich von Haltungsverfahren für die Einzelhaltung von säugenden Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf das Tierverhalten und der Wirtschaftlichkeit. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- KARPELES, L.M. (2014): Freie Abferkelsysteme: Produktivität, Praktikabilität, Tierschutz. Masterarb., Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim.
- KAUFMANN, D.A.; HOFER, A.; BIDANEL, J.P.; KÜNZI, N. (2008): Genetic parameters for individual birth and weaning weight and for litter size of Large White pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 117, 121-128.
- KILBRIDE, A.L.; MENDEL, M.; STATHAM, P.; HELD, S.; HARRIS, M.; COOPER, S.; GREEN, L.E. (2012): A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. *Preventive Veterinary Medicine* 104, 281-291.
- KING, R.L.; BAXTER, E.M.; MATHESON, S.M.; EDWARDS, S.A. (2018): Temporary crate opening procedure affects immediate post-opening piglet mortality and sow behaviour. *animal*, 1-9.
- KIRKDEN, R.D.; BROOM, D.M.; ANDERSEN, I.L. (2013a): Invited Review: Piglet mortality: Management solutions. *Journal of Animal Science* 91.
- KIRKDEN, R.D.; BROOM, D.M.; ANDERSEN, I.L. (2013b): Piglet mortality: The impact of induction of farrowing using prostaglandins and oxytocin. *Animal Reproduction Science* 138, 14-24.
- KNIGHT, A. (2018): Uncaging New Zealand's sows: Scrutinising farrowing crates, SAFE, New Zealand, Online: <https://www.safe.org.nz/sites/default/files/Farrowing%20Crate%20Report.pdf> (Zugriff: 15.10.2018).
- KNOL, E.F.; DUCRO, B.J.; VAN ARENDONK, J.A.M.; VAN DER LENDE, T. (2002): Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing-, pre-weaning- and total piglet survival. *Livestock Production Science* 73, 153-164.
- KOKETSU, Y.; TAKENOBU, S.; NAKAMURA, R. (2006): Prewaning mortality risks and recorded causes of death associated with production factors in swine breeding herds in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science* 68, 821-826.
- KOKETSU, Y.; TANI, S.; IIDA, R. (2017): Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management* 3, 1.
- KTBL (2006): Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. KTBL-Schrift 446, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.
- LAMBERTZ, C.; PETIG, M.; ELKMANN, A.; GAULY, M. (2015): Confinement of sows for different periods during lactation: effects on behaviour and lesions of sows and performance of piglets. *animal* 9, 1373-1378.
- LAWRENCE, A.B.; PETHERICK, J.C.; MCLEAN, K.A.; DEANS, L.A.; CHIRNSIDE, J.; GAUGHAN, A.; CLUTTON, E.; TERLOUW, E.M.C. (1994): The effect of environment on behaviour, plasma cortisol and prolactin in parturient sows. *Applied Animal Behaviour Science* 39, 313-330.
- LAY, D.C.; HAUSSMANN, M.F.; BUCHANAN, H.S.; DANIELS, M.J. (1999): Danger to pigs due to crushing can be reduced by the use of a simulated udder. *Journal of Animal Science* 77.
- LAY, D.C.; MATTERI, R.L.; CARROLL, J.A.; FANGMAN, T.J.; SAFRANSKI, T.J. (2002): Prewaning survival in swine. *Journal of Animal Science* 80.
- LITSCHAUER, K.; GALLMEIER, M.; HAIDN, B. (2006): Eine runde Bewegungsbucht für Zuchtsauen im Abferkelstall - Analyse des Tierverhaltens und der Arbeitswirtschaft. *Landtechnik – Agricultural Engineering* 61, 96-97.
- MAECHLER, M.; ROUSSEEUW, P.; STRUYF, A.; HUBERT, M.; HORNIK, K. (2017): cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.6.

- MALMKVIST, J.; PEDERSEN, L.J.; DAMGAARD, B.M.; THODBERG, K.; JØRGENSEN, E.; LABOURIAU, R. (2006): Does floor heating around parturition affect the vitality of piglets born to loose housed sows? *Applied Animal Behaviour Science* 99, 88-105.
- MARCHANT FORDE, J.N. (2002): Piglet- and stockperson-directed sow aggression after farrowing and the relationship with a pre-farrowing, human approach test. *Applied Animal Behaviour Science* 75, 115-132.
- MARCHANT, J.N.; BROOM, D.M. (1996): Factors affecting posture-changing in loose-housed and confined gestating sows. *Animal Science* 63, 477-485.
- MARCHANT, J.N.; BROOM, D.M.; CORNING, S. (2001): The influence of sow behaviour on piglet mortality due to crushing in an open farrowing system. *Animal Science* 72, 19-28.
- MARCHANT, J.N.; RUDD, A.R.; MENDEL, M.T.; BROOM, D.M.; MEREDITH, M.J.; CORNING, S.; SIMMINS, P.H. (2000): Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Veterinary Record* 147, 209-214.
- MAYER, F.; ZÖCHBAUER, P. (2016): Reaktion von Zuchtsauen auf die zeitlich begrenzte Fixierung im Abferkelstall : Analyse physiologischer und ethologischer Indikatoren. Masterarb., Universität für Bodenkultur Wien.
- MCGLONE, J.; NICHOLSON, R.; HELLMAN, J.; HERZOG, D. (1993): The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes. *Journal of Animal Science* 71, 1441-1446.
- MCGLONE, J.J.; MORROW-TESSCH, J. (1990): Productivity and Behavior of Sows in Level vs. Sloped Farrowing Pens and Crates. *Journal of Animal Science* 68, 82-87.
- MCGLONE, J.J.; AKINS, C.K.; GREEN, R.D. (1991): Genetic variation of sitting frequency and duration in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 30, 319-322.
- MELIŠOVÁ, M.; ILLMANN, G.; CHALOUPKOVÁ, H.; BOZDĚCHOVÁ, B. (2014): Sow postural changes, responsiveness to piglet screams, and their impact on piglet mortality in pens and crates. *Journal of Animal Science* 92, 3064-3072.
- MELIŠOVÁ, M.; ILLMANN, G.; ANDERSEN, I.L.; VASDAL, G.; HAMAN, J. (2011): Can sow pre-lying communication or good piglet condition prevent piglets from getting crushed? *Applied Animal Behaviour Science* 134, 121-129.
- MEYER, E. (2012): Auf dem Weg zur optimalen Abferkelbucht: Wie werden Ferkelnester attraktiv?, Fachinformation, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freistaat Sachsen.
- MEYER, E. (2015): Entwicklung der Körpermaße von Zuchtsauen – Konsequenzen für die Maße von Kastenständen. *Landtechnik – Agricultural Engineering* 70, 9-14.
- MILLIGAN, B.N.; DEWEY, C.E.; DE GRAU, A.F. (2002): Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. *Preventive Veterinary Medicine* 56, 119-127.
- MORRISON, R.; BAXTER, E. (2013): Developing commercially-viable, confinement-free farrowing and lactation systems - Part 1: PigSAFE System, Report prepared for the Co-operative Research Centre for High Integrity Australian Pork, Australia, Online: <http://porkcrc.com.au/research/program-1/program-1-projects/> (Zugriff: 09.08.2018).
- MOTA-ROJAS, D.; TRUJILLO, M.E.; MARTÍNEZ, J.; ROSALES, A.M.; OROZCO, H.; RAMÍREZ, R.; SUMANO, H.; ALONSO-SPILSBURY, M. (2006): Comparative routes of oxytocin administration in crated farrowing sows and its effects on fetal and postnatal asphyxia. *Animal Reproduction Science* 92, 123-143.
- MOTA-ROJAS, D.; MARTÍNEZ-BURNES, J.; TRUJILLO, M.E.; LÓPEZ, A.; ROSALES, A.M.; RAMÍREZ, R.; OROZCO, H.; MERINO, A.; ALONSO-SPILSBURY, M. (2005): Uterine and fetal asphyxia monitoring in parturient sows treated with oxytocin. *Animal Reproduction Science* 86, 131-141.
- MOUSTSEN, V.A.; HALES, J.; LAHRMANN, H.P.; WEBER, P.M.; HANSEN, C.F. (2013): Confinement of lactating sows in crates for 4 days after farrowing reduces piglet mortality. *animal* 7, 648-654.
- MOUSTSEN, V.A.; HALES, J.; HANSEN, C.F. (2012): Farrowing systems with temporary crating. In Baumgartner (eds.): Report of the Free Farrowing Workshop Vienna 2011, Veterinärmedizinische Universität Wien, 46-48.
- MUNS, R.; NUNTAPAITOON, M.; TUMMARUK, P. (2016a): Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. *Livestock Science* 184, 46-57.
- MUNS, R.; MALMKVIST, J.; LARSEN, M.L.V.; SØRENSEN, D.; PEDERSEN, L.J. (2016b): High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows. *Journal of Animal Science* 94.

- OCZAK, M.; MASCHAT, K.; BERCKMANS, D.; VRANKEN, E.; BAUMGARTNER, J. (2015): Classification of nest-building behaviour in non-crated farrowing sows on the basis of accelerometer data. *Biosystems Engineering* 140, 48-58.
- PANZARDI, A.; BERNARDI, M.L.; MELLAGI, A.P.; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. (2013): Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. *Preventive Veterinary Medicine* 110, 206-213.
- PEDERSEN, L.J.; DAMM, B.I.; MARCHANT-FORDE, J.N.; JENSEN, K.H. (2003): Effects of feed-back from the nest on maternal responsiveness and postural changes in primiparous sows during the first 24 h after farrowing onset. *Applied Animal Behaviour Science* 83, 109-124.
- PEDERSEN, L.J.; JØRGENSEN, E.; HEISKANEN, T.; 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.
- PEDERSEN, L.J.; BERG, P.; JØRGENSEN, G.; ANDERSEN, I.L. (2011): Neonatal piglet traits of importance for survival in crates and indoor pens. *Journal of Animal Science* 89.
- PEDERSEN, L.J.; MALMKVIST, J.; ANDERSEN, H. (2013): Housing of sows during farrowing: A review on pen design, welfare and productivity. In Andres und Thomas (eds.): *Livestock housing: modern management to ensure optimal health and welfare of farm animals*, Wageningen, 93-111.
- PERSDOTTER, L. (2010): *Piglet mortality in commercial piglet production herds*. Masterarb., Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- PFEIFFER, C. (2017): OptiZucht: Gute Mutter - vitale Ferkel. *VÖS-Magazin* 1, 22-23.
- PFEIFFER, C. (2018): Leiterin Projekt OptiZucht, persönliche Mitteilung am 06.10.2018.
- PFEIFFER, C.; FUERST-WALT, B.; KNAPP, P.; WILLAM, A.; LEEB, C.; WINCKLER, C. (2018): Genetic parameters for litter quality traits of Austrian Large White and Landrace sows In: Wageningen Academic Publishers (Eds.), *Book of Abstracts of the 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science No. 24*, Wageningen.
- PHILLIPS, P.A.; FRASER, D.; THOMPSON, B.K. (1996): Sow preference for types of flooring in farrowing crates. *Canadian Journal of Animal Science* 76, 485-489.
- POKORNÁ, Z.; ILLMANN, G.; ŠIMEČKOVÁ, M.; CHALOUPOKOVÁ, H.; KRATINOVÁ, P. (2008): Carefulness and flexibility of lying down behaviour in sows during 24 h post-partum in relation to piglet position. *Applied Animal Behaviour Science* 114, 346-358.
- PRANGE, H. (2004): *Gesundheitsmanagement Schweinehaltung*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- QUENDLER, E.; PODIWINSKY, C.; MARTETZSCHLÄGER, R.; HELFENS DÖRFER, V.; BAUMGARTNER, J.; WINCKLER, C.; BOXBERGER, J. (2010): Arbeitswirtschaftliche und ökonomische Analyse verschiedener Abferkelsysteme - Cost-benefit analysis of different farrowing systems. *Die Bodenkultur* 61, 29-37.
- QUINIQU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. (2002): Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science* 78, 63-70.
- R CORE TEAM (2016): *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <https://www.R-project.org/>.
- R CORE TEAM (2018): *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <https://www.R-project.org/>.
- REYNOLDS, A.P.; RICHARDS, G.; DE LA IGLESIA, B.; RAYWARD-SMITH, V.J. (2006): Clustering Rules: A Comparison of Partitioning and Hierarchical Clustering Algorithms. *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms* 5, 475-504.
- ROEHE, R.; KALM, E. (2000): Estimation of genetic and environmental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. *Animal Science* 70, 227-240.
- ROEHE, R.; SHRESTHA, N.P.; MEKKAWY, W.; BAXTER, E.M.; KNAP, P.W.; SMURTHWAITE, K.M.; JARVIS, S.; LAWRENCE, A.B.; EDWARDS, S.A. (2009): Genetic analyses of piglet survival and individual birth weight on first generation data of a selection experiment for piglet survival under outdoor conditions. *Livestock Science* 121, 173-181.
- ROHDE PARFET, K.A.; GONYOU, H.W.; CURTIS, S.E.; HURST, R.J.; JENSEN, A.H.; MUEHLING, A.J. (1989): Effects of sow-crate design on sow and piglet behavior. *Journal of Animal Science* 67, 94-104.
- ROUSSEEUW, P.J. (1987): Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 20, 53-65.

- RUTHERFORD, K.M.D.; BAXTER, E.M.; D'EATH, R.B.; TURNER, S.P.; ARNOTT, G.; ROEHE, R.; ASK, B.; SANDØE, P.; MOUSTSEN, V.A.; THORUP, F.; EDWARDS, S.A.; BERG, P.; LAWRENCE, A.B. (2013): The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. *Animal Welfare* 22, 199-218.
- SCHIPPER, A. (2014): Verhalten von Ferkeln und Sauen in der Abferkelbucht „WelCon“. Dipl.-Arb., Veterinärmedizinische Universität Wien.
- SCHLICHTING, M.C. (1996): Freibewegliche Haltung während der Säugephase. Gruppenhaltung von Sauen - Chancen rechnergestützter Verfahren. In: *KTBL-Schrift 372 - Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 54-81.
- SCHMID, H. (1990): Unbehindertes Verhalten von Muttersauen und ihrer Ferkel am Geburtsnest und artgemäße Verhaltenssicherungen gegen Erdrücken. . In: *KTBL-Schrift 342 - Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 40-66.
- SCHMID, H. (1991): Natürliche Verhaltenssicherungen der Hausschweine (*Sus scrofa*) gegen das Erdrücken der Ferkel durch die Muttersau und die Auswirkungen haltungsbedingter Störungen. Dissertation, Universität Zürich.
- SCHMID, H.; WEBER, R. (1992): Abferkelbuchten: ein neues Konzept - Entwicklung und Anwendung, FAT-Berichte Nr. 417, Tänikon.
- SCHNEIDER, F.; JAIS, C. (2016): Versuchsergebnisse zum Einsatz von sechs verschiedenen Bewegungsbuchten am LVFZ Schwarzenau. In Wendl (eds.): Tagungsband der Veranstaltung "Schweinehaltung – zukunftsorientiert, aber wie?", Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Ergolding, 25-37.
- SCHORMANN, R. (2007): Untersuchungen zum präferierten Liegeplatz von Saugferkeln in Abhängigkeit von Raum- und Oberflächentemperatur mit oder ohne Wasserbett. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.
- SCHULZE WESTERATH, H.; BAUMGARTNER, J. (2012): Nutztierhaltung Spezial - Informationen über aktuelle Ergebnisse aus der Forschung zum freien Abferkeln von Muttersauen. *Free Farrowing Workshop Vienna*, Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), 23.
- SCHWARZ, C. (2008): Analyse der Saugferkelverluste in verschiedenen Abferkelbuchten anhand pathoanatomischer Untersuchungen. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien.
- SHANKAR, B.P.; MADHUSUDHAN, H.S.; HARISH, D.B. (2009): Pre-weaning mortality in pig - Causes and Management. *Veterinary World* 2, 236-239.
- SILVA, B.A.N.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERNANDES, H.C.; ABREU, M.L.T.; NOBLET, J.; NUNES, C.G.V. (2006): Effect of floor cooling on performance of lactating sows during summer. *Livestock Science* 105, 176-184.
- SINGH, C.; VERDON, M.; CRONIN, G.M.; HEMSWORTH, P.H. (2016): The behaviour and welfare of sows and piglets in farrowing crates or lactation pens. *animal* 11, 1210-1221.
- SPICER, E.M.; DRIESEN, S.J.; FAHY, V.A.; HORTON, B.J.; SIMS, L.D.; JONES, R.T.; CUTLER, R.S.; PRIME, R.W. (1986): Causes of preweaning mortality on a large intensive piggery. *Australian Veterinary Journal* 63, 71-75.
- SVENDSEN, J. (1992): Perinatal mortality in pigs. *Animal Reproduction Science* 28, 59-67.
- TABUACIRI, P. (2013): Improving pre-weaning survival of piglets through genetic selection and management. Dissertation, University of New England, Australia.
- THODBERG, K.; JENSEN, K.H.; HERSKIN, M.S.; JØRGENSEN, E. (1999): Influence of environmental stimuli on nest building and farrowing behaviour in domestic sows. *Applied Animal Behaviour Science* 63, 131-144.
- TROXLER, J. (2012): Discussion on Workshop 4 – Temporary crating. In Baumgartner (eds.): *Report of the Free Farrowing Workshop Vienna 2011*, Veterinärmedizinische Universität Wien, 52.
- TUCHSCHERER, M.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; TIEMANN, U. (2000): Early identification of neonates at risk: Traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology* 54, 371-388.
- USDA (2015): *NAHMS Swine 2012 - Part I: Baseline Reference of Swine Health and Management in the United States, 2012*.
- VAILLANCOURT, J.P.; STEIN, T.E.; MARSH, W.E.; LEMAN, A.D.; DIAL, G.D. (1990): Validation of producer-recorded causes of preweaning mortality in swine. *Preventive Veterinary Medicine* 10, 119-130.

- VALROS, A.; RUNDGREN, M.; 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.
- VAN WETTERE, W. (2017): Reducing the confinement of peri-parturient and lactating sows, Report prepared for the Co-operative Research Centre for High Integrity Australian Pork, Australia, Online: <http://porkcrc.com.au/research/program-1/program-1-projects/> (Zugriff: 09.08.2018).
- VANDERHAEGHE, C.; DEWULF, J.; RIBBENS, S.; DE KRUIF, A.; MAES, D. (2010a): A cross-sectional study to collect risk factors associated with stillbirths in pig herds. *Animal Reproduction Science* 118, 62-68.
- VANDERHAEGHE, C.; DEWULF, J.; DE VliegHER, S.; PAPADOPOULOS, G.A.; DE KRUIF, A.; MAES, D. (2010b): Longitudinal field study to assess sow level risk factors associated with stillborn piglets. *Animal Reproduction Science* 120, 78-83.
- VANGEN, O.; HOLM, B.; VALROS, A.; LUND, M.S.; RYDHMER, L. (2005): Genetic variation in sows' maternal behaviour, recorded under field conditions. *Livestock Production Science* 93, 63-71.
- VASDAL, G.; GLÆRUM, M.; MELIŠOVÁ, M.; BØE, K.E.; BROOM, D.M.; ANDERSEN, I.L. (2010): Increasing the piglets' use of the creep area—A battle against biology? *Applied Animal Behaviour Science* 125, 96-102.
- VERHOVSEK, D. (2007): *Haltungsbedingte Schäden, Verhalten und biologische Leistung von Sauen in drei Typen von Abferkelbuchten*. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien, Wien.
- VERMEER, H.M.; HOUWERS, H.W.J. (2008): Effect of additional heating, floor length, straw quantity and piglet nest accessibility on piglet losses in organic farrowing pens. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy.
- VIEUILLE, C.; BERGER, F.; LE PAPE, G.; BELLANGER, D. (2003): Sow behaviour involved in the crushing of piglets in outdoor farrowing huts—a brief report. *Applied Animal Behaviour Science* 80, 109-115.
- WALDMANN, K.-H. (1995): Causes of pre- and perinatal piglet loss. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 102, 27-31.
- WARTER, N.; PFLANZ, W.; JUNGBLUTH, T. (2009): Erdrückungsursachen in Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sau. *Landtechnik – Agricultural Engineering* 64, 246-249.
- WEARY, D.M.; PAJOR, E.A.; THOMPSON, B.K.; FRASER, D. (1996a): Risky behaviour by piglets: a trade off between feeding and risk of mortality by maternal crushing? *Animal Behaviour* 51, 619-624.
- WEARY, D.M.; PAJOR, E.A.; FRASER, D.; HONKANEN, A.-M. (1996b): Sow body movements that crush piglets: a comparison between two types of farrowing accommodation. *Applied Animal Behaviour Science* 49, 149-158.
- WEARY, D.M.; PHILLIPS, P.A.; PAJOR, E.A.; FRASER, D.; THOMPSON, B.K. (1998): Crushing of piglets by sows: effects of litter features, pen features and sow behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 61, 103-111.
- WEBER, M. (2014): *Perinatales Verhalten von Jungsauen- Beziehungen zu Ergebnissen eines Verhaltenstestes und Ferkelsterblichkeit*. Masterarb., Universität für Bodenkultur Wien.
- WEBER, R.; KEIL, N.M.; FEHR, M.; HORAT, R. (2005): Kann die Haltung von abferkelnden Sauen in Kastenständen mit einer Reduktion der Ferkelverluste begründet werden? In: *KTBL-Schrift 441 - Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2005*, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 31-39.
- WEBER, R.; KEIL, N.M.; FEHR, M.; HORAT, R. (2009): Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. *Livestock Science* 124, 216-222.
- WEBER, R. (1987): Abferkelbuchten mit Kastenstand, *FAT-Berichte Nr. 318*, Tänikon.
- WEBER, R.; SCHICK, M. (1996): Neue Abferkelbuchten ohne Fixation der Muttersau - Wenig höhere Investition, praxisüblicher Arbeitszeitbedarf, *FAT-Berichte Nr. 481*, Tänikon.
- WEBER, R.; KEIL, N.M.; FEHR, M.; HORAT, R. (2006): Ferkelverluste in Abferkelbuchten - Ein Vergleich zwischen Abferkelbuchten mit und ohne Kastenstand, *FAT-Berichte Nr. 656*, Tänikon.
- WECHSLER, B.; HEGGLIN, D. (1997): Individual differences in the behaviour of sows at the nest-site and the crushing of piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 51, 39-49.
- WELP, S. (2014): *Untersuchungen zur Reduzierung der Ferkelverluste und zur Verbesserung der täglichen Zunahmen der Ferkel bei hochfruchtbaren Sauen*. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

- WESTIN, R.; HOLMGREN, N.; HULTGREN, J.; ORTMAN, K.; LINDER, A.; ALGERS, B. (2015): Post-mortem findings and piglet mortality in relation to strategic use of straw at farrowing. *Preventive Veterinary Medicine* 119, 141-152.
- WICKHAM, H. (2009): *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer Verlag, New York.
- WISCHNER, D.; KEMPER, N.; KRIETER, J. (2009a): Nest-building behaviour in sows and consequences for pig husbandry. *Livestock Science* 124, 1-8.
- WISCHNER, D.; KEMPER, N.; STAMER, E.; HELLBRUEGGE, B.; PRESUHN, U.; KRIETER, J. (2009b): Characterisation of sows' postures and posture changes with regard to crushing piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 119, 49-55.
- WISCHNER, D.; KEMPER, N.; STAMER, E.; HELLBRÜGGE, B.; PRESUHN, U.; KRIETER, J. (2010): Pre-lying behaviour patterns in confined sows and their effects on crushing of piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 122, 21-27.
- WOLFGER, B. (2008): Retrospektive Studie der Auswirkung zweier Abferkelsysteme auf die Anzahl der Ferkelverluste. Dipl.-Arb., Veterinärmedizinische Universität Wien.
- ZALESKI, H.M.; HACKER, R.R. (1993): Variables related to the progress of parturition and probability of stillbirth in swine. *The Canadian Veterinary Journal* 34, 109-113.
- ZENTNER, E. (2017): Leiter der Abteilung für Stallklimattechnik & Nutztierschutz an der HBLFA Raumberg-Gmpenstein, persönliche Mitteilung am 01.06.2017.

10 ANHANG

10.1 Management-Handbuch

MANAGEMENT-HANDBUCH

FORSCHUNGSBETRIEBE

1.) Auswahl und Zuteilung der Sauen in die Abferkelbuchten

Hatzendorf und Medau:

- Prinzipiell befindet sich der gesamte Sauenbestand im Versuch
- Die konkrete Auswahl der Versuchssauen innerhalb der jeweiligen Abferkelgruppe wird vom Projektteam jeweils vor dem nächsten Abferkeldurchgang anhand des Abferkelplans aus dem Sauenplaner vorgenommen
- Die Zuteilung der Sauen in die jeweiligen Buchtentypen erfolgt zufällig

Gießhübl:

- Innerhalb jeder der 5 Sauengruppen (je ca. 100 Tiere) werden „Versuchs-Pools“ gebildet, wobei in jedem Durchgang je Buchtentyp ein Zuteilungsverhältnis von Jung- zu Altsauen von 1:3 vorliegen soll
- Zuerst wird jeweils eine Jungsau in jeden Buchtentyp eingestallt, danach werden die vorerfahrenen Altsauen zufällig zugeteilt
- Ausgeschiedene Altsauen sind durch bislang im Abferkelbereich dauerhaft fixierte Altsauen zu ersetzen

- Ein/e Projektmitarbeiter/in ist nach Möglichkeit beim Einstellen vor Ort, nimmt Verletzungsbonituren an den Sauen vor und hilft bei der Zuteilung in die Buchten.

Ausschlusskriterien Sauen beim Einstellen:

- Offensichtlich klinisch kranke Sauen werden aus dem Versuch ausgeschlossen:
 - hochgradige Lahmheit
 - Fieber
 - Behandlung mit Antibiotika
 - Aktinomykose → jedes Ferkel braucht 1 funktionsfähige Zitze!
- Sauen nehmen maximal bis zum einschließlich 8. Wurf am Versuch teil

Ausschlusskriterien Würfe:

- Würfe mit ≤ 5 lebendgeborenen Ferkeln (trotz/nach Wurfausgleich!) werden vom Versuch ausgeschlossen
- Würfe, deren Ferkelanzahl innerhalb der ersten 3 Tage durch krankheitsbedingte Ausfälle (z.B. Durchfallgeschehen) auf ≤ 5 Ferkel reduziert wurde, werden vom Versuch ausgeschlossen
- Jedes Ferkel braucht eine funktionelle Zitze → bei zu großen Würfen muss die entsprechende Anzahl der Ferkel bis zu einer maximalen Versuchs-Wurfgröße von 14 Ferkeln weggesetzt werden → nähere Angaben dazu unter Punkt 2.c)!

2.) Aufzeichnungen

2.a) Wurf-/ Produktionsdaten im Sauenplaner bzw. in der Sauenkarte:

- Die Aufzeichnungen aus den Sauenkarten im Stall sind **wochenaktuell** in den Sauenplaner einzugeben
- Beurteilung möglichst zeitnah nach Abschluss der Geburt anhand des **Entscheidungsbaums**
→ Angabe anhand der Kommentare im Sauenplaner:
 - Anzahl lebendgeborener Ferkel
 - Anzahl totgeborener Ferkel
 - Anzahl Mumien
 - Anzahl Kümmerer/Lebensschwache
 - Anzahl Grätscher
 - Anzahl Anomalien: Afterlose, Nabelbruch, Hodenbruch etc. (laut Kommentaren im Sauenplaner)

- **Im Laufe der Säugezeit verendete Ferkel:**
Aufzeichnung zunächst in die Sauenkarte (unter „Ferkelverluste“) → hierbei sind Kommentare des Sauenplaners zur Angabe der Verlustursache zu verwenden → anschl. Eingabe in den Sauenplaner unter Einzeltier-Eingabe
+ Ferkel für Sektion vorbereiten → **detaillierte Angaben siehe Punkt 5.!**
- Individuelle Wiegung aller lebendgeborenen Ferkel am 1. Lebenstag: Betrieb Medau
- Anzahl abgesetzte Ferkel + Datum
- Gesamt-Wurfgewicht beim Absetzen: Hatzendorf / Individuelle Absetzgewichte: Medau

WICHTIG: Die Sauenkarten eines jeden Abferkeldurchgangs sind gesammelt aufzubewahren und werden beim ersten Erhebungstermin des neuen Durchgangs vom Erhebungspersonal mitgenommen!

2.b) Tierbehandlung

- Sämtliche medikamentöse Behandlungen von Sau und Ferkeln vor/während des Abferkelns und in der Säugezeit müssen in der Sauenkarte im Feld „Behandlungen“ mit Datumsangabe vermerkt werden (Bsp. Oxytocingabe, MMA-Behandlung, Durchfall-Behandlung etc.)
- Aufzeichnungen sind auch im Medikamentenaufzeichnungsbuch zu führen
- Bei besonders schweren Erkrankungen während der Säugezeit (MMA, hochgradige Lahmheiten, starkes Fieber, schlechter Allgemeinzustand der Sau) ist Rücksprache mit dem Projektteam zu halten, ob die Sau aus dem Versuch ausgeschlossen werden muss
- Routinemäßige Behandlungen der Ferkel (Eisenverabreichung, Impfen, Kastrieren, Zähne schleifen, Schwanz kupieren) dürfen nicht innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Geburt erfolgen
- Für die Tierbehandlungen (Ferkel und/oder Sau) darf die Sau zwischenzeitlich fixiert werden – ist jedoch sofort nach Abschluss der Behandlungsmaßnahme (je nach Vorgabe der aktuellen Fixierungsvariante!) wieder frei zu lassen

2.c) Wurfausgleich:

- Aufzeichnungen zum Wurfausgleich: Zunächst in Sauenkarten (Datum, Anzahl) und anschl. im Sauenplaner
- **Frühestens nach 12 Stunden bis max. 36 Stunden nach der Geburt zulässig** – dies gilt für den Herkunfts- und auch den Zielwurf!
- Das Versetzen sollte vorzugsweise innerhalb des gleichen Buchtentyps erfolgen → ist dies nicht möglich (Ferkelalter zu unterschiedlich), kann auch mit anderen Versuchsbuchtentypen ausgetauscht werden
- Nur im Notfall ist auch der Wurfausgleich mit Nicht-Versuchsbuchten möglich jedoch **niemals zu dauerhaft nicht fixierten Sauen (Fixierungsvariante o)!**
- Wurfgrößen von 10-14 Ferkeln sind anzustreben: Jedenfalls Zusetzen bei **≤5 lebendgeborenen** Ferkeln und wegnehmen, bei Würfen >14 Ferkeln (natürlich können aber auch z.B. zu einen Wurf von 10 Ferkeln bis zu 4 zusetzt werden)
→ **Wichtigstes Kriterium: jedes Ferkel muss Zugang zu einer funktionsfähigen Zitze haben!**
- Es dürfen nur einzelne Tiere versetzt werden → das generelle Durchmischen von Würfen ist nicht gestattet

2.d) Auffälligkeiten/besondere Ereignisse:

- Zeigt die Sau aggressives, gegen die Ferkel gerichtetes Verhalten (Beißen, Behandlung mit Stresnil® nötig) → Vermerk in Sauenkarte unter Punkt „Kommentare & Ereignisse“ mit Datum (dient auch zur Nachverfolgung im Videomaterial)
- Wird ein Ferkel vom Betreuungspersonal vor dem Erdrückt-Werden gerettet, so ist dies bitte in der Sauenkarte unter „Kommentare & Ereignisse“ mit Datum, Buchtenbereich und Hergang/Ursache einzutragen
- Bitte jegliche Auffälligkeiten sowie besondere Ereignisse in der Sauenkarte vermerken!

3.) Fixierungsvarianten

- Die Sauen werden 5 Tage vor dem frühesten errechneten Geburtstermin innerhalb der Sauengruppe in die Buchten eingestallt.
- Die Abferkelstände sind beim Einstellen geöffnet!
- Das Schließen bzw. Öffnen des Kastenstandes erfolgt zu folgenden Zeitpunkten:

Fixierungs-variante	Schließzeitpunkt	Öffnungszeitpunkt	Fixierungs-dauer in Tagen
FV 6	1 Tag vor dem errechneten Geburtstermin (zur Morgenfütterung)	Tag 5 nach der Geburt (am Morgen des 6. LT)	6
FV 4	1 Tag vor dem errechneten Geburtstermin (zur Morgenfütterung)	Tag 3 nach der Geburt (am Morgen des 4. LT)	4
FV 3	nach Abschluss der Geburt (nach Abgang der Nachgeburt)	Tag 3 nach der Geburt (am Morgen des 4. LT)	3
FV 0	kein Schließen	dauerhaft geöffnet	0

- Je Abferkeldurchgang wird nur eine Fixierungsvariante in den Versuchsbuchten getestet.
→ die Betriebsleiter der Forschungsbetriebe werden rechtzeitig vorab informiert, welche Variante aktuell getestet wird und wie die genaue Vorgangsweise/Ablauf diesbezüglich ist.
- Definition 1. LT = sobald Geburt des letzten Ferkels festgestellt wurde, wird dieser Tag herangezogen
 - Öffnen 3 Tage nach der Geburt = im Anschluss an die morgendliche Fütterung/am Morgen des 4. Tages nach der Geburt. Bsp. Geburt am Montag → Öffnen Donnerstag in der Früh
 - Öffnen 5 Tage nach der Geburt = im Anschluss an die morgendliche Fütterung/am Morgen des 6. Tages nach der Geburt. Bsp. Geburt am Montag → Öffnen Samstag in der Früh
- Schließen nach Abschluss der Geburt (bei FV 3) bedeutet, dass der Abferkelstand sofort nach Feststellung des Abgangs der Nachgeburt geschlossen wird → falls die Sau beispielsweise in der Nacht alleine abferkelt, wird der Stand sofort beim nächsten Kontrollgang in der Früh geschlossen
- Diese Vorgangsweisen erfolgen in den Forschungsbetrieben sauenindividuell → Schließen jeweils nach den errechneten Geburtsterminen bzw. das Öffnen nach den tatsächlichen Geburtsterminen der einzelnen Tiere!

WICHTIG: Sollte in den Forschungsbetrieben eine Sau innerhalb der Fixierungsvarianten FV 6 und FV 4 bereits vor dem Schließzeitpunkt abferkeln, so ist dies dem Projektteam zu melden und diese Bucht wird umgewandelt in FV 3 oder FV 0 → Vermerk auf der Sauenkarte!

4.) Maßnahmen rund um die Geburt & Geburtshilfe

- Hormonelle Geburtseinleitung:
 - Routinemäßig nicht zugelassen!
 - Ausschließlich bei streng veterinäremed. Indikation bzw. ab dem 116. Trächtigkeitstag möglich
- Eingreifen bei der Geburt:
 - Routinemäßig nicht zulässig, nur bei veterinäremed. Indikation (vermehrtes Pressen, Steckenbleiben)
 - Zuerst manuelles Erkunden des Geburtskanals mittels Rektalhandschuh und Gleitgel
 - Herausziehen von greifbaren Ferkeln
 - falls Geburtsweg frei (Wehenschwäche) erfolgt Oxytocingabe, evtl. auch mehrmals: Aufzeichnung in Sauenkarte unter „Behandlungen Sau“

- Bitte in den Versuchsbuchten **keine Ferkellampen** verwenden! (→ durch die Ferkelnestabdeckung werden adäquate Temperaturverhältnisse geschaffen)

5.) Maßnahmen und Vorgangsweise bei verendeten Ferkeln

- Die in den **Versuchs-Abferkelbuchten** aufgefundenen toten Ferkel müssen unter „**Ferkelverluste**“ in der Sauenkarte eingetragen werden + **Einschätzung der Verlustursache** (Kommentare aus dem Sauenplaner verwenden)!
- Die Ferkel werden **einzel**n in Plastiksäcke gepackt, mit Datum, Sau-Nr. und Lfd. Nr. beschriftet und eingefroren.
- Es sind alle Ferkel – auch totgeborene (!) einzufrieren.
- **Mumifizierte Ferkel** oder durch den/die Landwirt/in getötete/euthanasierte Ferkel sind nicht einzufrieren!
- Auch euthanasierte Ferkel müssen unter „**Ferkelverluste**“ in der Sauenkarte und im Sauenplaner eingetragen werden + Angabe des Tötungsgrundes! (z.B. Kümmerer, Knochenbruch, stark verletzt durch Drauftreten der Sau oder teilweise erdrückt).
- Die Ferkel werden vom Sektions-Team abgeholt und an der Vetmeduni Wien bzw. im LFZ Raumberg-Gumpenstein zur Erörterung der primären Todesursache seziiert.

6.) Maßnahmen zu Management/Unterstützung von Ferkeln

- Ferkel-Ansetzen und ins Nest setzen:
 - Ferkel dürfen **nicht routinemäßig** ans Gesäuge oder ins Nest gesetzt werden
 - Im Einzelfall (Ferkel hat sich verirrt; droht zu erfrieren oder verhungern) natürlich zulässig
 - Diese Art der Hilfestellung ist bitte in der Sauenkarte unter „**Kommentare & wichtige Ereignisse**“ zu vermerken!
- Intervention bei Erdrückungsgefahr:
 - Wird ein Ferkel vom Betreuungspersonal vor dem Erdrückt-Werden gerettet, so ist dies bitte in der Sauenkarte unter „**Kommentare & Ereignisse**“ mit Datum und Buchtenbereich bzw. Hergang/Ursache einzutragen
- Bei Aggressionen der Sau/Bissigkeit:
 - Ferkel werden im Ferkelnest eingesperrt/in eine Kiste gesetzt
 - Manuelle Stimulation des Gesäuges nach Abschluss der Geburtsphase und Ferkel ansetzen
 - In schweren Fällen Applikation von Stresnil® möglich und als Behandlung in der Sauenkarte zu dokumentieren

7.) Nestbaumaterial

In allen Forschungsbetrieben muss das gleiche Nestbaumaterial für die Sauen zur Verfügung gestellt werden:

Art des Nestbaumaterials	Stroh
Beginn der Verabreichung	am Tag vor dem errechneten Geburtstermin bzw. wenn die nahende Geburt festgestellt wird (bei zu früh abferkelnden Sauen!)
Häufigkeit der Verabreichung	1x/Tag morgens; und dann wiederholt bis zum Eintreten der Geburt
Menge	mindestens 0,5-1 kg pro Tag
Art der Verabreichung	Auf die Festfläche im Liegebereich der Sau/vor dem Trog oder in die Raufe oder im Trog (wenn kein Aqualevel vorhanden)
Ende der Verabreichung	Tag der Geburt

8.) Beschäftigungsmaterial

8.a) Für Sauen:

In allen Forschungsbetrieben muss Beschäftigungsmaterial für die Sauen zur Verfügung gestellt werden. Die einzelnen Betriebe können sich aber in der Auswahl des Materials voneinander unterscheiden bzw. jene Variante wählen, die für die betriebsspezifischen Verhältnisse am geeignetsten erscheint → dieses Material muss dann aber im gesamten Versuchszeitraum konsistent/durchgehend verwendet werden:

Art des Beschäftigungsmaterials	Die Materialien in den Forschungsbetrieben müssen organisch, beweglich, von den Tieren zu untersuchen und gesundheitlich unbedenklich sein z.B. Stroh, Heu, Sägespäne, Weichholz, Kautricke, Jute-Material
Beginn der Verabreichung	beim Einstallen
Häufigkeit der Verabreichung	einmal täglich bei fressbaren/verbrauchbaren Materialien oder Verwendung dauerhaft verfügbarer Materialien (z.B. Weichholz, Kautricke)
Art der Verabreichung	je nach Materialart im Trog, am Boden, in Raufen etc.
Ende der Verabreichung	Tag des Ausstallens

8.b) Für Ferkel:

In allen Forschungsbetrieben muss Beschäftigungsmaterial für die Ferkel zur Verfügung gestellt werden. Die einzelnen Betriebe können sich aber in der Auswahl des Materials voneinander unterscheiden bzw. jene Variante wählen, die für die betriebsspezifischen Verhältnisse am geeignetsten erscheint → dieses Material muss dann im gesamten Versuchszeitraum konsistent/durchgehend verwendet werden:

Art des Beschäftigungsmaterials	Die Materialien in den Forschungsbetrieben müssen organisch, beweglich, von den Tieren zu untersuchen und gesundheitlich unbedenklich sein z.B. Strohmehl, Sägespäne, Wühlerde, Heu, Stroh, Jute-Material, Kautricke Bei Verwendung einer Stroh-/Heuraufe für die Sau gilt das herabfallende Material auch als Beschäftigungsmaterial für die Ferkel
Beginn der Verabreichung	ab dem 1. Lebenstag
Häufigkeit der Verabreichung	einmal täglich bei fressbaren/verbrauchbaren Materialien oder Verwendung dauerhaft verfügbarer Materialien (z.B. Kautricke)
Menge	1 Handvoll z.B. bei Wühlerde, Sägespäne, Strohmehl
Art der Verabreichung	je nach Material-Art im Bereich des Ferkelnests in Schalen bzw. über die Raufe der Sau
Ende der Verabreichung	Tag des Absetzens

9.) Indikation und Vorgangsweise zur Tötung/Euthanasie von Ferkeln

Bei der Entscheidungsfindung in Bezug auf die Nottötung von Ferkeln ist die „Vitalität der Ferkel“ von zentraler Bedeutung. Bereits in den ersten 15 Sekunden nach der Geburt kann die Vitalität der Neugeborenen mit Hilfe des folgenden Vitalitätsscores (nach Baxter et al., 2008) bestimmt werden:

Score	Beobachtung
0	Tot geboren oder wiederbelebt
1	Bleibt nach Austritt aus dem Geburtskanal in derselben Position, bewegt sich nicht, atmet oder versucht zu atmen
2	Liegt auf dem Sternum, kann Kopf bewegen, aber restlicher Körper bewegt sich nicht
3	Bewegt sich viel und versucht aufzustehen

Die Nottötung beim Saugferkel ist jedenfalls in folgenden vier Situationen angezeigt:

1. Anomalien (z.B. Afterlosigkeit)
2. Lebensschwäche in Kombination mit fehlendem Saugreflex oder Unfähigkeit, aus eigener Kraft zur Zitze zu gelangen (Vitalitätsscore 1 und 2)
3. Vitalitätsmangel plus Schmerzen aufgrund von Erkrankungen (Saugferkeldurchfall, Nabelentzündungen, Gelenkentzündungen, generalisierter Ferkelruss) oder ohne Chance, genug Energie/Flüssigkeit ohne Hilfe aufzunehmen (z.B. Zitterferkel, Spreizer)
4. Verletzungen mit schlechter Prognose (Frakturen, Verletzungen innerer Organe, ...).

Zusätzlich ist die Nottötung von Ferkeln bei folgenden Indikationen angezeigt:

Spreizerferkel, deren Vorderextremitäten betroffen sind, müssen notgetötet werden. Spreizer an den Hinterbeinen müssen behandelt werden (Zusammenbinden der Beine, Wundspray). Nach einem angemessenen, intensiven Betreuungszeitraum von bis zu 3 Tagen ist bei ausbleibendem Therapieerfolg die Nottötung angezeigt.

Klauenverletzungen: Ferkel mit Abriss einer ganzen Hauptklaue bzw. einer Klauenverletzung mit anschließender Infektion und Belastungsunfähigkeit sind notzutöten.

Ferkel mit generalisiertem Ferkelruß in schweren Fällen sind notzutöten.

Im Falle von Durchfall-, Gelenks-, ZNS-, Nabel-, oder sonstiger Erkrankungen müssen die Tiere sofort nach Erkennen *lege artis* behandelt werden. Verschlimmert sich der Zustand trotz Behandlung oder bleibt er gleich schlecht, so muss spätestens nach drei Tagen die Vitalität erneut beurteilt werden:

Score	Beobachtung
0	Tier bewegt sich nicht, atmet, Herz schlägt, keine Reaktion auf äußere Reize
1	Tier ist schwach und verweigert das Aufstehen bzw. stehunfähig, reagiert aber auf äußere Reize, gibt oft abnormale Laute von sich, zittert, ist trink-/fressunfähig
2	Tier kann aufstehen, bewegt sich aber nicht gerne, kann sich nicht gegen Artgenossen wehren und ist inappetent
3	Tier bewegt sich, frisst, trinkt und ist aktiv

Diese Entscheidung erfolgt auf Einzeltierbasis. Hat sich der Zustand des Tieres auch nach Arzneimittelwechsel nicht gebessert (Vitalitätsscore 0, 1 oder 2), muss es getötet werden.

Methoden der Nottötung von Saugferkeln:

1. Euthanasie: Methode der Wahl. Durchführung durch den Tierarzt unter Anwendung von T61: streng i.v., Dosierung: 0,3 ml/kg, Injektionsrate für die ersten zwei Drittel des Volumens 0,2 ml/sec, für das letzte Drittel: 1,2 ml/sec. Es darf nicht mit der gleichen Nadel injiziert werden, mit welcher das T61 aufgezogen wurde.
2. Durch Betäubungsschlag (forcierter Schlag mit Hammer oder Rohr auf das Hinterhaupt des Ferkels) und anschließendem Entbluten mittels Schnitt durch den Hals von Ohransatz zu Ohransatz mit Durchtrennung der großen Blutgefäße) durch eine geschulte und geübte Person.

10.) Beleuchtungsregime

- Im Abferkelstall muss an mindestens 8 Stunden des Tages eine Lichtstärke von 40 Lux gegeben sein.

11.) Hygienemaßnahmen

- Alle Personen, die den Stall des Betriebs betreten wollen, müssen die Hygieneschleuse passieren (Gießhübl und Medau)
- Alle Personen, die den Stall des Betriebs betreten wollen, müssen betriebseigene Stallkleidung tragen
- Betriebsspezif. Detailmaßnahmen sind mit dem jeweiligen Betriebsleiter bzw. Tierarzt abzustimmen

12.) Rechtskonformität

- Die Schweinehaltung am Betrieb muss den geltenden Bestimmungen der 1. THVO entsprechen
- Rechtskonformität wird zu Beginn durch TGD/Tierarzt festgestellt.

13.) Tiergesundheitsstatus

- Wird zu Beginn durch TGD/Tierarzt festgestellt und es wird festgestellt, ob PRRSV, Leptospiren, PCV-2, SIV etc. im Betrieb eine klinische Relevanz hat.
- Alle Betriebe, die am Projekt teilnehmen, müssen klinisch (nicht serologisch) räudefrei sein!
 → Liegen klinische Anzeichen auf Räude vor oder werden während des Versuchs festgestellt, muss eine sofortige Diagnose durch einen Tierarzt erfolgen und entsprechende Behandlung erfolgen.
- Ein Ausbruch von PRRS oder SIV ist bitte umgehend zu melden!
- Änderungen tierärztlicher Maßnahmen während des Versuchs sind bitte zu dokumentieren.

14.) Betriebsbesuche & Erhebungstermine

Betrieb	Art der Erhebungen	Erhebungszeitpunkte
Gießhübl, Hatzendorf Medau	Verletzungen & BCS an den Sauen	beim Einstallen bzw. spätestens am Tag danach
	Verletzungen an den Sauen Verschmutzung der Sauen Verschmutzung der Buchten Verletzungen der Ferkel auf Wurf-Ebene (in Medau tierindividuell)	in der 1. Woche nach der Geburt (= 3.-7. Lebenstag der Ferkel – je nachdem, wie weit die Gruppe bezügl. Abferkelterminen streut!)
	Verletzungen & BCS an den Sauen Verschmutzung der Sauen Verschmutzung der Buchten Verletzungen der Ferkel auf Wurf-Ebene (in Medau tierindividuell)	in der 3. Woche nach der Geburt (= 17.-21. Lebenstag der Ferkel – je nachdem, wie weit die Gruppe bezügl. Abferkelterminen streut!)
Medau	Verletzungen & BCS an den Sauen Verschmutzung der Sauen Verschmutzung der Buchten Verletzungen der Ferkel tierindividuell	in der 4. Säugewoche

15.) Meldepflichten

Bitte jegliche betriebliche Veränderungen / geänderte Managementmaßnahmen dem Projektteam umgehend bekanntgeben → z.B.:

- Änderungen in der Genetik
- Änderungen des Betreuungspersonals, Betreuungstierarztes
- Fütterungsumstellung bzw. Rationsänderungen
- Änderung des Tiergesundheitsstatus bzw. auftretendes Krankheitsgeschehen
- Änderungen im Impfplan bzw. tierärztlicher Maßnahmen (s. Punkt 13.)
- Probleme mit Lüftung, Stallklima, Videotechnik etc.

Pro-SAU SAUENKARTE

10.2 Sauenkarte

Sau-Nr.:		Soll ferkeln am:				Fixierung:	FV 0 = nicht fixiert	FV 3 = nach Geb.-3 T.	FV 4 = 1 T. vor -4. T.	FV 6 = 1 T. vor -Morgen 6. T.												
Wurf-Nr.:		Abgeferkelt am:				Buchtentyp:	F = Flügel	T = Trapez	K = Knick	S = SWAP	P=ProDromi											
Manuelle Geburtshilfe:	JA	NEIN	Oxytocin:	JA	NEIN	Bucht-Nr.:	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Bereits im Versuch:	JA	NEIN	Abferkelstand SCHLIESSEN am:								Abferkelstand ÖFFNEN am:											
Wurf-Infos		Anzahl		Behandlungen Sau				Behandlungen Ferkel														
Lebend geborene Ferkel:				Datum		Grund/Medikament		Datum		Anzahl		Grund/Medikament										
Tot geborene Ferkel:																						
Mumien:																						
Kümmerer/Lebensschw.:																						
Grätscher/Spreizer:																						
Anomalien:																						
Abgesetzte Ferkel:																						
Abges. am:				kg																		
Ferkelverluste				Wurfausgleich																		
Lfd.Nr.	Datum	Vermutliche Ursache:		Dazugesetzt +				Weggesetzt -				Anzahl nach Wurfausgleich										
1				Datum	Anzahl			Datum	Anzahl													
2																						
3																						
4				Datum	Kommentare & wichtige Ereignisse																	
5																						
6																						
7																						
8																						
Ursache: 901 verendet/ 902 erdrückt/ 903 euthanasiert/ 904 verhungert/ 906 Bruchferkel/ 909 Zitterer/ 910 Spreizer/ 911 Kümmerer/ 913 Durchfall/ 914 Sau erbissen/ 915 n. lebensfähig/ 916 Gelenksentz												Bsp: 302 lange Geburt 307 nervös b. Abferkeln 310 Sau beißt Ferkel 314 ungleicher Wurf 325 Sau frisst nicht 327 kleine Ferkel 333 Sau aggressiv 402 Milchmangel 404 gute Muttereig. 417 nervöse Sau 424 Lahmheit Sau										

10.3 Sektionsprotokoll

Sektionsprotokoll



Datum:

Betrieb	Sau-Nr.	Verendet am	Lfd.Nr. Sauen- karte	Geschl.	Gewicht	SSL	Eihäute	Slippers	Nabel	Ern.- Zustand	Verletz. Hämatome	Lunge vent.	Magen/ Darm- Inhalt	Verm. Todes- ursache	Auffälligkeiten Bemerkungen
			wenn vorh.	W = 1 M = 2	in kg	in mm	Ja=1 Nein=0	Ja=1 Nein=0	1=feucht 2=halbtr 3=tr 4=weg	1=sehr gut 2=gut 3=minderg ut 4=schlecht 5=kachekt. 0=Neugeb.	0=nein 1=Hämatom 3=Abschürf. 4=platt 5=Bein/Klau enverl.	Ja=1 Nein= 0	1=vorh. 0=nicht vorhanden	1=verendet (ev. Grund nennen) 2=erdrückt 3=Totgeb.	Darm, Missbildungen, Einschätzung Betreuungspersonal etc.

10.4 Anhang zu Sektionsanalysen

10.4.1 Übersicht zur Datenverteilung bezüglich der definierten Codeklassen für den zeitlichen Abstand zwischen Fixierung und Geburt in Kombination mit der Fixierungsvariante differenziert nach Todeskategorie für den gesamten Datensatz (n = 1471)

Todes- ursache	Codeklassen						Keine Info n (%)
	FV 0 n (%)	FV3/ -1p.p. n (%)	FV3/ 0p.p. n (%)	FV4-6/ 0a.p. n (%)	FV4-6/ 1a.p. n (%)	FV4-6/ ≥2a.p. n (%)	
Verendet	81 (18,6)	4 (9,3)	46 (14,6)	9 (10,8)	42 (18,4)	84 (24,5)	3 (13,0)
Erdrückt	245 (56,3)	21 (48,8)	182 (57,6)	44 (53,0)	122 (53,5)	160 (46,6)	16 (69,6)
Totgeburt	109 (25,1)	18 (41,9)	88 (27,8)	30 (36,1)	64 (28,1)	99 (28,9)	4 (17,4)

10.4.2 Verteilung (absolute und relative Häufigkeiten) der sezierten Ferkel von Versuchswürfen aus den Forschungsbetrieben Gießhübl (GH) und Hatzendorf (HD) nach Geschlecht, Todeskategorie, Buchtentyp und Fixierungsvariante

	GH n (%)	HD n (%)
Ferkelgeschlecht		
Weibliche Ferkel	409 (43,4)	222 (42,0)
Männliche Ferkel	533 (56,5)	305 (57,8)
Hermaphroditen/nicht beurteilbar	1 (0,1)	1 (0,2)
Todeskategorie		
Totgeburt	226 (24,0)	186 (35,2)
Verendet	131 (13,9)	138 (26,1)
Erdrückt	586 (62,1)	204 (38,6)
Buchtentyp		
Flügelbucht	219 (23,2)	176 (33,3)
Knickbucht	226 (24,0)	174 (33,0)
SWAP-Bucht	221 (23,4)	NA
Trapezbucht	277 (29,4)	178 (33,7)
Fixierungsvariante		
Fixierungsvariante 0	293 (31,1)	142 (26,9)
Fixierungsvariante 3	261 (27,7)	121 (22,9)
Fixierungsvariante 4	184 (19,5)	103 (19,5)
Fixierungsvariante 6	205 (21,7)	162 (30,7)

10.4.3 Statistische Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum, Maximum) der bei den Sektionen erhobenen quantitativen Merkmale differenziert nach Todeskategorie und Fixierungsvariante

Merkmal		Totgeburt				Verendet				Erdrückt			
		FV 0 (n = 109)	FV 3 (n = 110)	FV 4 (n = 72)	FV 6 (n = 121)	FV 0 (n = 81)	FV 3 (n = 53)	FV 4 (n = 48)	FV 6 (n = 87)	FV 0 (n = 245)	FV 3 (n = 219)	FV 4 (n = 167)	FV 6 (n = 159)
Körpergewicht (kg)	MW	1,08	1,25	1,16	1,17	1,16	1,04	1,11	0,98	1,40	1,44	1,45	1,53
	SD	0,42	0,40	0,41	0,40	0,64	0,49	0,61	0,63	0,73	0,64	0,88	0,74
	Md	1,09	1,28	1,09	1,19	0,97	0,94	0,96	0,79	1,33	1,32	1,35	1,44
	Min	0,30	0,39	0,48	0,39	0,29	0,38	0,37	0,24	0,39	0,43	0,43	0,47
	Max	1,97	2,39	2,13	1,98	3,39	3,10	3,70	3,42	6,95	4,57	8,34	4,37
Nacken-Steiß- Länge (mm)	MW	232	239	231	237	236	235	234	225	249	251	252	257
	SD	32,4	29,1	30,3	28,6	36,4	33,6	28,6	38,3	30,3	32,8	34,3	35,0
	Md	240	240	230	240	235	230	235	230	250	250	255	255
	Min	145	160	140	175	160	170	175	135	160	170	180	180
	Max	290	310	295	310	320	320	320	330	390	360	445	345
Entwicklungs- zustand (kg/m ²)	MW	19,2	21,3	21,1	20,1	19,4	17,9	19,3	17,7	21,5	21,7	21,5	21,9
	SD	3,79	4,48	4,81	3,94	6,18	3,82	6,25	5,43	5,62	5,06	5,56	5,66
	Md	19,4	21,0	20,4	20,2	18,8	17,7	17,4	16,4	21,2	21,4	21,1	21,3
	Min	11,4	11,7	11,7	9,07	9,25	11,0	11,6	6,84	8,06	10,7	8,20	10,7
	Max	29,1	50,1	43,6	29,2	37,7	30,2	36,1	34,8	47,2	36,5	42,6	42,3
Ferkelalter (Tage)	MW	-0,04	-0,07	-0,04	0,00	5,14	4,04	4,96	3,89	2,00	2,22	2,00	3,20
	SD	0,33	0,38	0,20	0,00	6,20	5,11	5,20	4,79	3,13	3,12	3,43	3,87
	Md	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	2,00	3,00	2,00	1,00	0,82	0,76	1,34
	Min	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	-0,23	-0,28	-0,19	-0,22
	Max	1,00	1,00	0,00	0,00	28,0	19,0	19,0	22,0	21,0	18,0	23,0	17,0
Wurfzahl der Sau (n)	MW	3,31	3,70	3,81	4,50	3,78	3,19	3,71	4,29	3,04	3,02	3,51	3,85
	SD	1,76	1,94	2,13	2,27	1,84	1,70	2,09	2,02	1,65	1,54	1,76	2,14
	Md	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,50	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00
	Min	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Max	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	8,00
Zeitlicher Abstand zwischen Fixierung und Geburt (Tage)	MW	NA	-0,17	1,64	1,62	NA	-0,08	1,83	1,97	NA	-0,10	1,71	1,48
	SD	NA	0,38	1,46	1,03	NA	0,27	1,00	1,15	NA	0,31	1,04	1,10
	Md	NA	0,00	2,00	1,00	NA	0,00	2,00	2,00	NA	0,00	2,00	1,00
	Min	NA	-1,00	0,00	0,00	NA	-1,00	0,00	0,00	NA	-1,00	0,00	0,00
	Max	NA	0,00	10,0	4,00	NA	0,00	4,00	5,00	NA	0,00	4,00	5,00

10.5 Anhang zu Parameter-Definitionen für die Erdrückungsanalysen

10.5.1 Definition der bei Sauen erhobenen Parameter im Zusammenhang mit dem Verhaltenskomplex des Ferkelerdrückens

Parameter	Definition
Ausgangsposition	
Stehen	Die Sau befindet sich in aufrechter Position (Rückenlinie waagrecht) und belastet zumindest drei der vier Extremitäten
Liegen in BB	Die Sau belastet die Extremitäten nicht und liegt auf der Brust-/Bauchregion = Liegen auf einer oder beiden Gesäugeleisten, die Schultern berühren den Boden nicht oder nur teilweise; Abstützen auf den Ellbogen möglich; die Extremitäten können alle oder teilweise untergeschlagen sein; das Becken kann leicht schräg gestellt sein, sodass das Gewicht vermehrt auf einer Körper- bzw. Hinterhandseite ruht, dabei beschreibt die Rückenlinie einen leichten Bogen (siehe Anhang 10.5.2 beide Abb. zu „Sau in Brust-Bauchlage“)
Liegen in Seitenlage	Die Sau belastet die Extremitäten nicht und liegt auf einer Körperseite = zumindest eine Gesäugeleiste ist sichtbar, Schulterpartie und Hinterhand berühren den Boden, es lastet kein Gewicht auf den Ellbogen (kein Aufstützen) zumindest die beiden Extremitäten der nicht dem Boden zugewandten Körperseite sind sichtbar (siehe Anhang 10.5.2 Abb. „Sau in Seitenlage“)
Sitzen	Die Sau stützt sich mit durchgestreckten Vorderextremitäten ab, der Brustkorb ist angehoben, die Hinterhand berührt den Boden (keine vertikale Belastung auf den Klauen der Hinterextremitäten), das Gesäuge liegt nicht oder nur teilweise im hinteren Bereich auf dem Boden auf (siehe Anhang 10.5.2 Abb. „Sau sitzend“)
Verhalten vor dem Abliegen aus dem Stehen (Pre-lying behaviour)	
Rüssel-Boden	Die Sau richtet den Kopf bzw. Rüssel in Richtung Boden aus und berührt diesen oder hat maximal 10 cm Abstand zum Boden
Scharren	Die Sau führt mit der Vorderextremität schaufelnde, gegen den Boden gerichtete Bewegungen aus
Ferkelkontakt	Die Sau nimmt mit der Rüsselscheibe direkten Kontakt zum Ferkel auf oder hat maximal 10 cm Abstand zum Ferkel
Zurückblicken/ Umblicken	Die Sau führt gerichtete Drehbewegungen des Kopfes aus, um den Bereich seitlich von ihr bzw. seitlich ihrer Hinterhand einsehen zu können
Kein Pre-lying	Die Sau führt keine der vier definierten Verhaltensweisen vor dem Abliegen aus oder führt sie zu kurz aus (in einem Zeitraum ≤ 10 Sekunden vor Beginn des Abliegevorgangs = Einknicken der Vorderextremitäten)
Aktion: Abliegen aus dem Stehen	
Ab-BB	Die Sau winkelt die Vorderextremitäten an und kniet zunächst mit den Karpalgelenken auf dem Boden, sie senkt den Körper nachfolgend vertikal in die Brust-Bauchlage ab, wobei die Hinterhand leicht zur Seite geneigt sein kann (nach WECHSLER UND HEGGLIN 1997)
Ab-Seite	Die Sau winkelt die Vorderextremitäten an und kniet zunächst mit den Karpalgelenken auf dem Boden, sie lässt die Hinterhand nachfolgend auf die Seite fallen (nach SCHLICHTING 1996)
Fallenlassen	Die Sau lässt Vorhand und Hinterhand annähernd gleichzeitig (innerhalb von 2 Sekunden) in Brust-Bauch- oder Seitenlage auf den Boden fallen (modifiziert nach WECHSLER UND HEGGLIN 1997)

Fortsetzung Definition der bei Sauen erhobenen Parameter im Zusammenhang mit dem Verhaltenskomplex des Ferkelerdrückens

Ferkel beachtet (nach SCHMID 1991)

Beachtet	Die Sau legt sich nach erfolgter Gruppierung der Ferkel auf die der Ferkelgruppe abgewandte Körperseite (Großteil des Körpergewichts ruht auf einer Körperseite)
Nicht beachtet	Die Sau legt sich nach erfolgter Gruppierung der Ferkel auf die der Ferkelgruppe zugewandte Körperseite (Großteil des Körpergewichts ruht auf einer Körperseite)

Berührung Buchteneinrichtung (nur beim Abliegen aus dem Stehen und Ausrutschen während Abliegevorgang beurteilbar)

Abweissbügel	Die Sau berührt während des Abliegevorgangs den Abweissbügel
Abliegebrett	Die Sau berührt während des Abliegevorgangs das Abliegebrett und/oder lässt sich daran zu Boden gleiten
Standseite	Die Sau berührt während des Abliegevorgangs eine Seite des Abferkelstandes und/oder lässt sich daran zu Boden gleiten
Buchtenwand	Die Sau berührt während des Abliegevorgangs eine Buchtenwand (ohne Abweissbügel oder Abliegebrett) und/oder lässt sich daran zu Boden gleiten
keine	Die Sau kommt nicht in Kontakt bzw. nutzt keine der o.g. Buchteneinrichtungen

Verhalten vor dem Abliegen aus dem Sitzen

Rüssel-Boden	Die Sau richtet den Kopf bzw. Rüssel in Richtung Boden aus und berührt diesen oder hat maximal 10 cm Abstand zum Boden
Ferkelkontakt	Die Sau nimmt mit der Rüsselscheibe direkten Kontakt zum Ferkel auf oder hat maximal 10 cm Abstand
Zurückblicken/ Umblicken	Die Sau führt gerichtete Drehbewegungen des Kopfes aus, um den Bereich seitlich von ihr bzw. den Bereich um ihre Hinterhand einsehen zu können
Keine	Die Sau führt keine der drei definierten Verhaltensweisen vor dem Abliegen aus oder führt sie zu kurz aus (in einem Zeitraum ≤ 10 Sekunden vor Beginn des Abliegevorgangs = Absenken des Körpers)

Aktion: Abliegen aus dem Sitzen

Ab-BB	Die Sau senkt den Rumpf in die Brust-Bauchlage ab
Ab-Seite	Die Sau senkt den Rumpf in die Seitenlage ab

* Die Dauer der Verhaltensweise musste zumindest zehn Sekunden betragen; zeigte die Sau in diesem Zeitraum mehrere unterschiedliche Verhaltensweisen, wurde nur die zuletzt gezeigte festgehalten

Fortsetzung Definition der bei Sauen erhobenen Parameter im Zusammenhang mit dem Verhaltenskomplex des Ferkelerdrückens

Aktion: Liegepositionswechsel

Seite-BB	Bewegung der Sau im Liegen, bei der sie sich von der Seitenlage in die Brust-Bauchlage aufrichtet (ohne Seitenwechsel) (modifiziert nach MARCHANT et al. 2001)
BB-Seite	Bewegung der Sau im Liegen, bei der sie sich von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage begibt (ohne Seitenwechsel) (modifiziert nach MARCHANT et al. 2001)
BB-BB	Die Sau befindet sich in Brust-Bauchlage und nimmt nur eine leichte Änderung der Körperneigung vor oder verlagert das Gewicht leicht, bleibt aber in der Brust-Bauchlage auf der gleichen Körperseite (kein Drehen um die Körperlängsachse, kein Seitenwechsel)
Seite-Seite	Die Sau befindet sich in Seitenlage und nimmt nur eine leichte Änderung der Körperposition vor, bleibt aber in der Seitenlage auf der gleichen Körperseite (kein Drehen um die Körperlängsachse, kein Seitenwechsel)
Rollen: Seite-Seite, BB-BB, Seite-BB oder BB-Seite	Bewegung der Sau im Liegen, bei der durch ein Drehen um die Körperlängsachse (über den Bauch) eine Positionsänderung von der Brust-Bauch- oder Seitenlage in die Brust-Bauchlage oder in die Seitenlage auf der anderen Körperseite erfolgt
Rollen: aufstellen Hiha	Die Sau stellt während des Rollvorgangs im Liegen die Hinterhand auf und legt sich auf der anderen Körperseite ab
Aufsetzen	Die Sau führt aus dem Liegen einen Wechsel in die sitzende Position durch, hierbei werden die Vorderextremitäten durchgestreckt und die Hinterhand berührt den Boden, das Gesäuge liegt nicht oder nur teilweise im hinteren Bereich auf dem Boden auf

Aktion: Sonstige Tierbewegung im Stehen, Liegen oder Sitzen

Treten	Die Sau übt eine Bewegung im Stehen aus, bei der ihre Klaue Körperteile eines Ferkels berührt und vertikal gegen den Boden drückt
Einklemmen	Das Ferkel wird zwischen einem Körperteil der Sau und der Buchteneinrichtung/dem Boden ohne vorangegangenes Abliegen oder Liegepositionswechsel eingeklemmt (z.B. durch Beinbewegungen im Liegen)
Ausrutschen Vorhand	Die Sau führt eine rasche, unkoordinierte Bewegung der Vorderextremitäten aus, die zu einem Hinfallen (rascher und heftiger Kontakt von Körperbereichen mit dem Boden) führen
Ausrutschen Hinterhand	Die Sau führt eine rasche, unkoordinierte Bewegung der Hinterextremitäten aus, die zu einem Hinfallen (rascher, heftiger Kontakt von Körperbereichen mit dem Boden) führen
Hinsetzen	Die Sau senkt aus dem Stehen die Hinterhand ab, sodass diese Bodenkontakt hat, die Vorderextremitäten sind durchgestreckt, das Gesäuge liegt nicht oder nur im hinteren Bereich am Boden auf

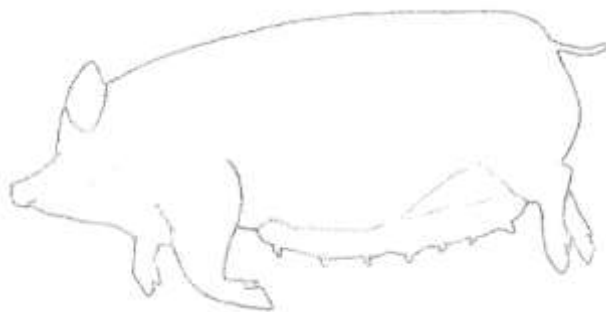
10.5.2 Darstellung der definierten Sauenpositionen im Liegen und Sitzen



Sau in Brust-Bauchlage linksseitig, alle vier Extremitäten untergeschlagen



Sau in Brust-Bauchlage rechtsseitig, Extremitäten nur teilweise untergeschlagen



Sau in Seitenlage auf der rechten Körperseite



Sau sitzend

10.5.3 Einteilung der Körperpartien der Sau

Parameter	Definition
Vorderextremität	Bereich an den vorderen Extremitäten zwischen Klaue und Ellbogengelenk
Vorhand	Bereich zwischen den beiden Ellbogengelenken der Sau bzw. Bereich des Sternums
Hinterextremität	Bereich an den hinteren Extremitäten zwischen Klaue und Sprunggelenk
Kopf/Hals	Bereich zwischen zweier gedachter senkrechter Linien an Rüsselscheibe und Vorderextremität
Schulter	Bereich zwischen zweier gedachter senkrechter Linien an Vorderextremität und Ellbogengelenk
Seite	Bereich zwischen zweier gedachter senkrechter Linien an Ellbogengelenk und Flanke, ausgenommen Gesäuge
Gesäuge	Wenig behaarter Bereich mit Zitzen an der Bauchunterseite
Rückenlinie	Bereich 2-handbreit beidseits der Wirbelsäule beginnend beim Hinterhauptbein und endend beim Schwanzansatz
Hinterhand	Bereich zwischen zweier gedachter senkrechter Linien an Flanke und Sitzbeinhöcker

10.5.4 Definition der bei Ferkeln erhobenen Parameter im Zusammenhang mit dem Verhaltenskomplex des Ferkelerdrückens

Parameter	Definition
Ausgangssituation	
Stehen	Analog zur Definition bei der Sau
Liegen	Analog zur Definition bei der Sau
Sitzen	Analog zur Definition bei der Sau
Bewegung	Das Ferkel bewegt sich fort, es findet eine Ortsänderung statt
Kontakt zur Muttersau	
Kontakt-Gesäuge	Das Ferkel berührt das Gesäuge der Sau mit dem Rüssel oder einem anderen Körperteil
Kontakt-Körper	Das Ferkel berührt einen Körperbereich der Sau, der nicht dem Gesäuge zugeordnet ist, mit dem Rüssel oder einem anderen Körperteil
Kein Kontakt	Das Ferkel hat keinen Körper- oder Gesäugekontakt zur Sau

Fortsetzung Definition der bei Ferkeln erhobenen Parameter im Zusammenhang mit dem Verhaltenskomplex des Ferkelerdrückens

Gruppierung der Ferkel

(nur beim Abliegen aus dem Stehen und Ausrutschen während Abliegevorgang beurteilbar)

Gruppirt aktiv	≥70 % (mind. 3) der in einem Bereich von 50 cm um den seitlichen Körper- rand der Sau befindlichen Ferkel sind „aktiv“ (mind. 50 % der Ferkel stehen, sitzen oder sind in Bewegung) auf einer Körperseite der Sau versammelt (modifiziert nach SCHMID 1991)
Gruppirt passiv	≥70 % (mind. 3) der in einem Bereich von 50 cm um den seitlichen Körper- rand der Sau befindlichen Ferkel liegen versammelt auf einer Körperseite der Sau (modifiziert nach SCHMID 1991)
Teil der Gruppe	Das erdrückte Ferkel war Teil der Gruppe aktiv bzw. passiv
Nicht Teil der Gruppe	Das erdrückte Ferkel war nicht Teil der Gruppe aktiv bzw. passiv
Nicht gruppiert	Die Ferkel (mind. 4) halten sich an beiden Seiten der Sau in einem Bereich von 50 cm um den Körper- rand der Sau auf (modifiziert nach SCHMID 1991)
Außerhalb Reichweite	Es befinden sich weniger als 4 Ferkel in einem Bereich von 50 cm um den Körper- rand der Sau oder nur direkt vor der Sau (in deren Kopfbereich – außerhalb der seitlichen/hinteren Gefahrenzone). Die Sau kann zuvor Pre- Lying behaviour ausgeführt haben, sodass sich die übrigen Ferkel außerhalb ihrer Reichweite bewegt haben

Gruppenmitglied

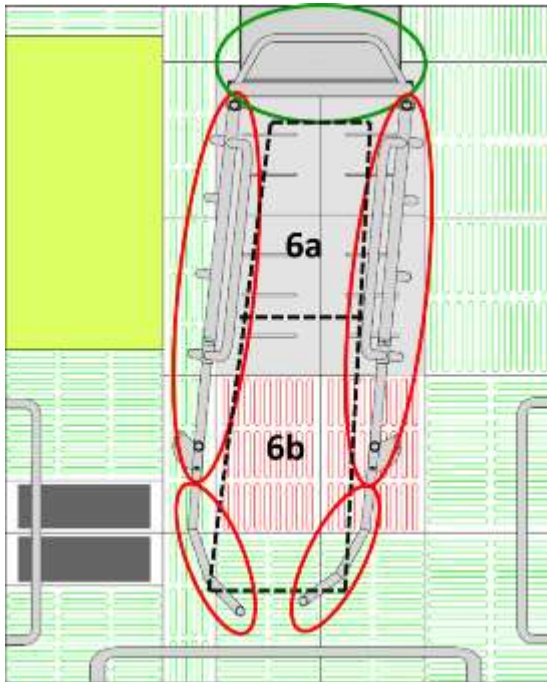
(nur beim Abliegen aus dem Stehen und Ausrutschen während Abliegevorgang beurteilbar)

Mitglied	Das von der Erdrückung betroffene Ferkel war Teil der nach der Gruppierung entstandenen Ferkelgruppe
Kein Mitglied	Das von der Erdrückung betroffene Ferkel war nicht Teil der nach der Gruppierung entstandenen Ferkelgruppe

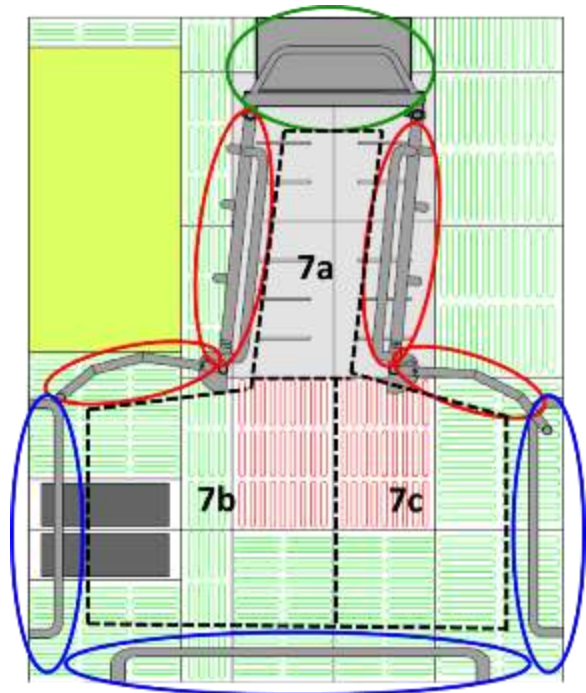
Unter Sau eingeklemmter Körperbereich

Ferkelkopf frei	Das Ferkel befindet sich teilweise unter der Sau – der Kopf ist sichtbar
Ferkelkopf unter Sau	Das Ferkel befindet sich teilweise unter der Sau – der Kopf ist nicht sichtbar
Komplett	Der gesamte Körper des Ferkels befindet sich unter der Sau, das Ferkel ist nicht sichtbar
Nicht unter Sau	Nur für Erdrückungsvorgänge, bei denen ein Ferkel gegen die Buchten- einrichtung gedrückt wird und somit nicht im eigentlichen Sinne unter den Körper der Sau gelangt

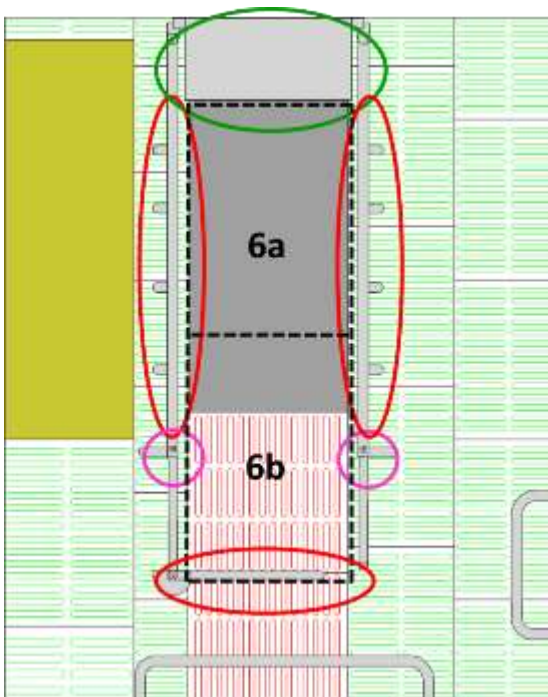
10.5.5 Definition der Buchtenbereiche zur Analyse der Nutzung/Beteiligung der Buchteneinrichtung bzw. des Todesorts



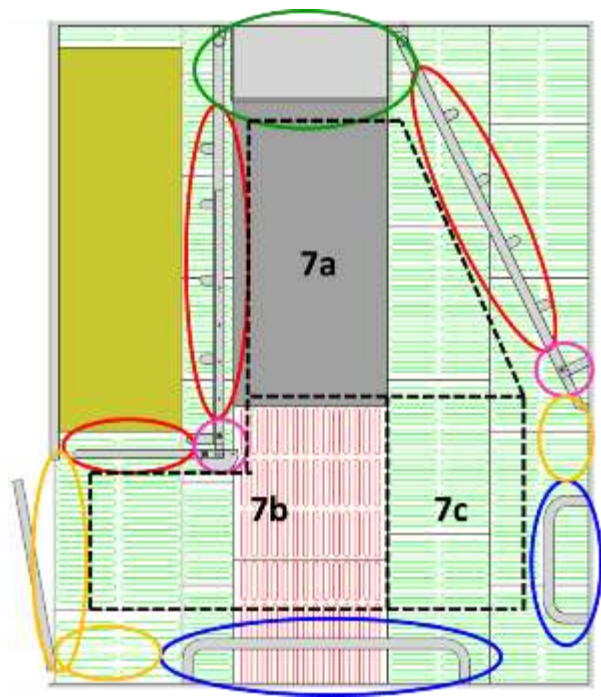
Definierte Buchtenzonen bei geschlossener Flügelbucht



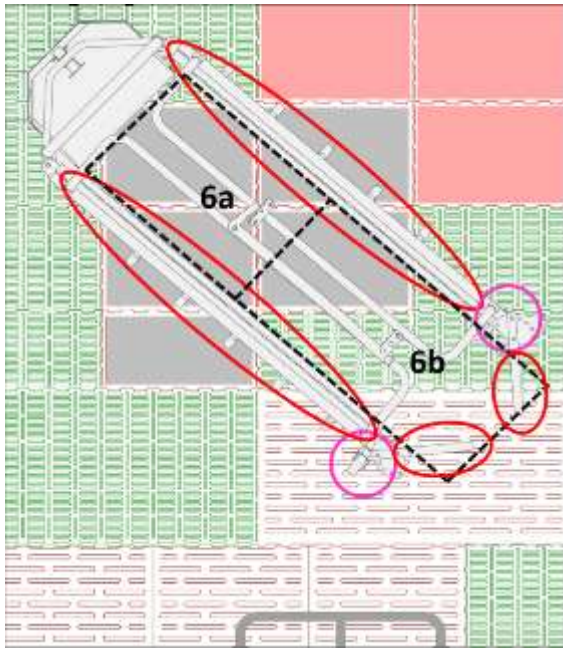
Definierte Buchtenzonen bei geöffneter Flügelbucht



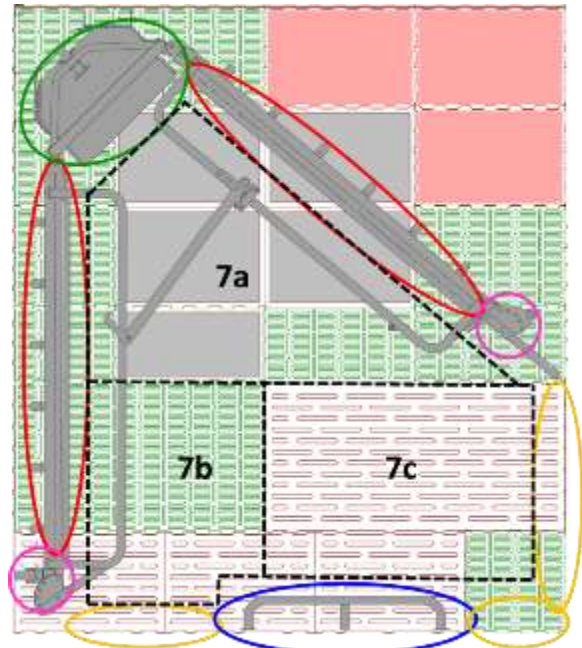
Definierte Buchtenzonen bei geschlossener Knickbucht



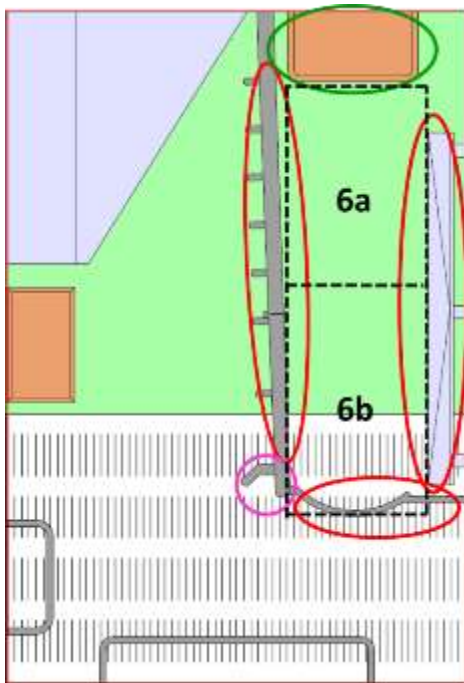
Definierte Buchtenzonen bei geöffneter Knickbucht



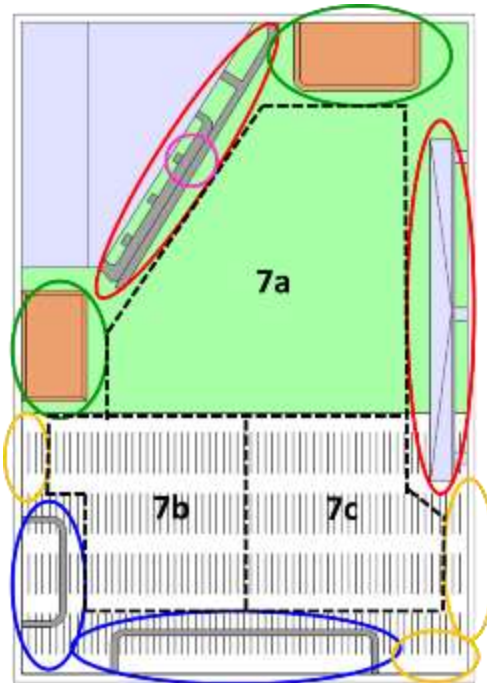
Definierte Buchtenzonen bei geschlossener Trapezbucht



Definierte Buchtenzonen bei geöffneter Trapezbucht



Definierte Buchtenzonen bei geschlossener SWAP-Bucht



Definierte Buchtenzonen bei geöffneter SWAP-Bucht

LEGENDE:

ROT = Zone 1: Abferkelstand / Abliegebrett (nur SWAP)

PINK = Zone 2: Stützrad/Stützfuß hinten am Abferkelstand

GRÜN = Zone 3: Trogbereich / -abstützung

BLAU = Zone 4: Abweisstangen

GELB = Zone 5: Wandbereich ohne Abweiseinrichtung

SCHWARZ/GESCHLOSSEN = Zone 6a-b: Bodenfläche im Liegebereich der Sau bei geschl. Stand (reicht bis 10 cm an Zone 2+3 und direkt an Zone 1 heran)

SCHWARZ/OFFEN = Zone 7a-c: Bewegungsbereich (reicht bis jeweils 10 cm an andere Zonen heran)

10.6 Anhang zu Ergebnissen der Video- bzw. Clusteranalysen der Erdrückungsereignisse

10.6.1 Beobachtete Erdrückungsereignisse nach Kombination aus Buchtentyp x Fixierungsvariante und standspezifischer Situation

Kombination BT/FV	Detektierte Ereignisse n (%)			
	Stand geschlossen		Stand geöffnet	
F/0	0	(0,0)	50	(54,3)
F/3	11	(18,0)	22	(23,9)
F/4	24	(39,3)	12	(13,0)
F/6	26	(42,6)	8	(8,7)
Summe BT F	61	(99,9)*	92	(99,9)*
K/0	0	(0,0)	46	(55,4)
K/3	31	(37,3)	25	(30,1)
K/4	26	(31,3)	10	(12,0)
K/6	26	(31,3)	2	(2,4)
Summe BT K	83	(99,9)*	83	(99,9)*
S/0	0	(0,0)	32	(66,7)
S/3	22	(32,4)	12	(25,0)
S/4	31	(45,6)	2	(4,2)
S/6	15	(22,1)	2	(4,2)
Summe BT S	68	(100,1)*	48	(100,1)*
T/0	0	(0,0)	70	(51,9)
T/3	19	(23,8)	31	(23,0)
T/4	30	(37,5)	13	(9,6)
T/6	31	(38,8)	21	(15,6)
Summe BT T	80	(100,1)*	135	(100,1)*
Gesamt	292		358	

* Rundungsfehler

10.6.2 Beobachtete Erdrückungsereignisse nach Ausgangsposition und Aktion sowie standspezifischer Situation

„Aktion“ = Verhaltensweise der Sau, die zur Erdrückung geführt hat	Standspezif. Situation			
	Stand geschlossen n (%)		Stand geöffnet n (%)	
Abliegen aus dem Stehen				
in die Brust-Bauchlage (Ab-BB)	52	(17,8)	24	(6,7)
in die Seitenlage (Ab-Seite)	71	(24,3)	50	(14,0)
Fallenlassen	4	(1,4)	7	(2,0)
Abliegen aus dem Sitzen				
in die Brust-Bauchlage (Ab-BB)	46	(15,8)	18	(5,0)
in die Seitenlage (Ab-Seite)	15	(5,1)	9	(2,5)
Liegepositionswechsel				
von der Seitenlage in die Brust-Bauchlage (Seite-BB)	4	(1,4)	30	(8,4)
von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage (BB-Seite)	21	(7,2)	38	(10,6)
geringe Gewichtsverlagerungen/Änderungen der Körperneigung in Brust-Bauchlage (BB-BB)	3	(1,0)	1	(0,3)
geringe Gewichtsverlagerungen/Änderungen der Körperneigung in Seitenlage (Seite-Seite)	1	(0,3)	1	(0,3)
Rollen um die Körperlängsachse von der Brust-Bauchlage in die Brust-Bauchlage (Rollen: BB-BB)	15	(5,1)	18	(5,0)
Rollen um die Körperlängsachse von der Brust-Bauchlage in die Seitenlage (Rollen: BB-Seite)	22	(7,5)	100	(27,9)
Rollen um die Körperlängsachse von der Seitenlage in die Brust-Bauchlage (Rollen: Seite-BB)	7	(2,4)	15	(4,2)
Rollen um die Körperlängsachse von der Seitenlage in die Seitenlage (Rollen: Seite-Seite)	1	(0,3)	17	(4,7)
Rollen um die Körperlängsachse unter Aufstellen der Hinterhand (Rollen: aufstellen Hiha)	5	(1,7)	9	(2,5)
Aufsetzen	2	(0,7)	0	(0,0)
Sonstige Tierbewegung nach Ausgangsposition				
Stehen: Treten	6	(2,1)	5	(1,4)
Liegen: Einklemmen	2	(0,7)	2	(0,6)
Stehen: Ausrutschen Hinterhand	14	(4,8)	11	(3,1)
Stehen: Ausrutschen Vorhand	0	(0,0)	1	(0,3)
Sitzen: Ausrutschen Hinterhand	1	(0,3)	1	(0,3)
Sitzen: Ausrutschen Vorhand	0	(0,0)	1	(0,3)
Stehen: Hinsetzen	0	(0,0)	0	(0,0)
Summe	292	(99,9)*	358	(100,1)*

* Rundungsfehler

10.6.3 Tabellen zu den Verteilungen der im Zusammenhang mit den Clusteranalysen berücksichtigten Parameter:

Buchtentyp					
	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
F	7 (9,0)	32 (23,5)	22 (28,2)	37 (17,1)	55 (39,0)
K	45 (57,7)	28 (20,6)	10 (12,8)	58 (26,7)	25 (17,7)
S	20 (25,6)	37 (27,2)	11 (14,1)	36 (16,6)	12 (8,5)
T	6 (7,7)	39 (28,7)	35 (44,9)	86 (39,6)	49 (34,8)

Buchtenzone						
	Stand geschlossen			Stand geöffnet		
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	
1	0 (0,0)	1 (0,7)	0 (0,0)	1	16 (7,4)	11 (7,8)
2	23 (29,5)	19 (14,0)	0 (0,0)	2	11 (5,1)	1 (0,7)
6a	28 (35,9)	10 (7,4)	56 (71,8)	3	0 (0,0)	1 (0,7)
6b	27 (34,6)	106 (77,9)	21 (26,9)	4	13 (6,0)	5 (3,5)
nicht erkennbar	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,3)	5	2 (0,9)	3 (2,1)
				7a	105 (48,4)	28 (19,9)
				7b	44 (20,3)	53 (37,6)
				7c	26 (12,0)	39 (27,7)

Dagegendrücken (Einklemmen)					
	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
Ja	10 (12,8)	4 (2,9)	0 (0,0)	4 (1,8)	3 (2,1)
Nein	65 (83,3)	129 (94,9)	78 (100,0)	212 (97,7)	138 (97,9)
Nicht erkennbar	3 (3,8)	3 (2,2)	0 (0,0)	1 (0,5)	0 (0,0)

Lahmheit der Sau					
	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
Ja	6 (7,7)	4 (2,9)	3 (3,8)	7 (3,2)	9 (6,4)
Nein	72 (92,3)	132 (97,1)	75 (96,2)	210 (96,8)	132 (93,6)

Ferkelausgangsposition

	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
In Bewegung	4 (5,1)	12 (8,8)	3 (3,9)	5 (2,3)	14 (9,9)
Liegen	56 (71,8)	18 (13,2)	3 (3,9)	164 (75,6)	14 (9,9)
Sitzen	1 (1,3)	3 (2,2)	0 (0,0)	2 (0,9)	4 (2,8)
Stehen	11 (14,1)	87 (64,0)	9 (11,5)	34 (15,7)	95 (67,4)
nicht erkennbar	6 (7,7)	16 (11,8)	63 (80,8)	12 (5,5)	14 (9,9)

Fixierungsvariante

	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
0	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	129 (59,4)	69 (48,9)
3	33 (42,3)	27 (19,9)	23 (29,5)	52 (24,0)	38 (27,0)
4	20 (25,6)	67 (49,3)	24 (30,8)	20 (9,2)	17 (12,1)
6	25 (32,1)	42 (30,9)	31 (39,7)	16 (7,4)	17 (12,1)

Körperbereich Ferkel

	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
Ferkelkopf frei	11 (14,1)	12 (9,2)	10 (13,0)	42 (19,5)	11 (8,0)
Ferkelkopf unter Sau	15 (19,2)	36 (27,7)	3 (3,9)	41 (19,1)	42 (30,4)
Komplett	30 (38,5)	70 (53,8)	45 (58,4)	106 (49,3)	76 (55,1)
nicht unter Sau	8 (10,3)	2 (1,5)	0 (0,0)	3 (1,4)	2 (1,4)
nicht erkennbar	14 (17,9)	10 (7,7)	19 (24,7)	23 (10,7)	7 (5,1)
NA*	n = 7			n = 5	

* Wert im Zusammenhang mit Tod durch sonstige Tierbewegung „Treten“ nicht vorgesehen und bei „Einklemmen“ einmal fehlend

Kontakt Ferkel zu Sau

	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
kein Kontakt	17 (21,8)	61 (44,9)	5 (6,4)	52 (24,0)	49 (34,8)
Kontakt - Gesäuge	17 (21,8)	47 (34,6)	9 (11,5)	42 (19,4)	66 (46,8)
Kontakt - Körper	32 (41,0)	7 (5,1)	0 (0,0)	99 (45,6)	5 (3,5)
nicht erkennbar	12 (15,4)	21 (15,4)	64 (82,1)	24 (11,1)	21 (14,9)

Körperpartie Sau

	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
Gesäuge	4 (5,1)	10 (7,4)	50 (64,1)	19 (8,8)	34 (24,1)
Hinterextremität	1 (1,3)	6 (4,4)	0 (0,0)	4 (1,8)	4 (2,8)
Hinterhand	8 (10,3)	74 (54,4)	0 (0,0)	34 (15,7)	55 (39,0)
Kopf-Hals	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (0,9)	0 (0,0)
Rückenlinie	5 (6,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (1,4)	1 (0,7)
Schulter	7 (9,0)	2 (1,5)	7 (9,0)	31 (14,3)	3 (2,1)
Seite	48 (61,5)	41 (30,1)	7 (9,0)	115 (53,0)	36 (25,5)
Vorderextremität	0 (0,0)	1 (0,7)	1 (1,3)	3 (1,4)	0 (0,0)
Vorhand	5 (6,4)	1 (0,7)	9 (11,5)	6 (2,8)	7 (5,0)
nicht erkennbar	0 (0,0)	1 (0,7)	4 (5,1)	0 (0,0)	1 (0,7)

„Aktion“ = Verhaltensweise der Sau, die zur Erdrückung geführt hat

	Stand geschlossen			Stand geöffnet	
	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)	Cluster 3 n (%)	Cluster 1 n (%)	Cluster 2 n (%)
Abliegen aus dem Stehen und Sitzen					
in die Brust-Bauchlage (Ab-BB)	6 (7,7)	33 (24,3)	59 (75,6)	12 (5,5)	30 (21,3)
in die Seitenlage (Ab-Seite)	8 (10,3)	66 (48,5)	12 (15,4)	9 (4,1)	50 (35,5)
Fallenlassen	0 (0,0)	3 (2,2)	1 (1,3)	1 (0,5)	6 (4,3)
Liegepositionswechsel					
von Seitenlage in Brust-Bauchlage (Seite-BB)	2 (2,6)	2 (1,5)	0 (0,0)	15 (6,9)	15 (10,6)
von Brust-Bauchlage in Seitenlage (BB-Seite)	20 (25,6)	0 (0,0)	1 (1,3)	38 (17,5)	0 (0,0)
geringe Gewichtsverlagerungen/Änderungen der Körperneigung in Brust-Bauchlage (BB-BB)	1 (1,3)	1 (0,7)	1 (1,3)	1 (0,5)	0 (0,0)
geringe Gewichtsverlagerungen/Änderungen der Körperneigung in Seitenlage (Seite-Seite)	1 (1,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,5)	0 (0,0)
Rollen um Körperlängsachse von Brust-Bauchlage in Brust-Bauchlage (Rollen: BB-BB)	13 (16,7)	1 (0,7)	1 (1,3)	12 (5,5)	6 (4,3)
Rollen um Körperlängsachse von Brust-Bauchlage in Seitenlage (Rollen: BB-Seite)	18 (23,1)	4 (2,9)	0 (0,0)	93 (42,9)	7 (5,0)
Rollen um Körperlängsachse von Seitenlage in Brust-Bauchlage (Rollen: Seite-BB)	4 (5,1)	3 (2,2)	0 (0,0)	11 (5,1)	4 (2,8)
Rollen um Körperlängsachse von Seitenlage in Seitenlage (Rollen: Seite-Seite)	1 (1,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	13 (6,0)	4 (2,8)
Rollen um Körperlängsachse unter Aufstellen der Hinterhand (Rollen: aufstellen Hiha)	1 (1,3)	4 (3,0)	0 (0,0)	3 (1,4)	6 (4,3)
Aufsetzen	0 (0,0)	2 (1,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Sonstige Tierbewegung					
Treten	0 (0,0)	5 (3,7)	1 (1,3)	2 (0,9)	3 (2,1)
Einklemmen	1 (1,3)	1 (0,7)	0 (0,0)	2 (0,9)	0 (0,0)
Ausrutschen Hinterhand	2 (2,6)	11 (8,1)	2 (2,6)	4 (1,8)	8 (5,7)
Ausrutschen Vorhand	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (1,4)
Hinsetzen	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)