Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Außenstelle für Epidemiologie

Literaturübersicht zur Unterbringung von Sauen während Geburtsvorbereitung, Geburt und Säugezeit

–

Vor- und Nachteile
der freien Abferkelung in einer strukturierten Bucht ohne Fixierung der Sau
und
der Abferkelung in einer Bewegungsbucht mit temporärer Fixierung der Sau

Elisabeth große Beilage

2020

Die Literaturübersicht wurde auf Initiative der Landestierschutzbeauftragten im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz erstellt.

Inhalt

1 Einleitung 7

2 Ferkel 9

2.1 Wurfleistung und Mortalität bei Saugferkeln in Dänemark, Deutschland, Norwegen, Schweden und der Schweiz 10

2.1.1 Wurfleistung und Mortalität bei Saugferkeln im internationalen Vergleich 10

2.1.2 Wurfleistung und Mortalität bei Saugferkeln in verschiedenen Regionen in Deutschland 16

2.1.3 Wurfleistung und Mortalität bei Saugferkeln von Sauen dänischer Genetik in Deutschland und Dänemark 17

2.1.4 Wurfleistung und Mortalität bei freier Abferkelung in Schweden in Beziehung zur Herdengröße 18

2.2 Ursachen für das Verenden von Ferkeln während der Geburt und Säugephase 19

2.2.1 Wurfgröße 22

2.2.2 *Intrauterine Growth Retardation* (IUGR) 22

2.2.3 Geburtsgewicht 23

2.2.4 Geburtsreihenfolge 25

2.2.5 Hypoxie 26

2.2.6 Vitalität 26

2.2.7 Hypothermie 27

2.2.8 Kolostrumaufnahme 28

2.2.9 Erdrücken 30

2.2.10 Verhungern 31

2.2.11 Infektionskrankheiten 31

3 Sau 32

3.1 Bedürfnisse von Sauen während Geburtsvorbereitung, Geburt und Laktation 32

3.1.1 Nestbauverhalten zur Geburtsvorbereitung 33

3.1.2 Eliminationsverhalten 37

3.1.3 Ernährung 37

3.2 Einfluss der Sau auf die Aufzuchtleistung 38

3.2.1 Rasse / Genetik 38

3.2.2 Alter ... 40
3.2.3 Geburtsdauer ... 41
3.2.4 Erfahrung ... 42
3.2.5 Temperament ... 42
3.2.6 Abliegeverhalten und Wechsel der Liegeposition ... 43
3.2.7 Sau-Ferkel Interaktionen ... 44
3.2.8 Gesäuge ... 46
3.2.9 Gesundheit ... 46
3.3 Ferkelaufzucht mit Ammensauen ... 48

4 Tierumgebung / Abferkelbucht ... 49

4.1 Abferkelbuchten mit Kastenständen zur permanenten Fixierung ... 51
4.2 Einfache Buchten zur freien Abferkelung ... 52
4.3 Strukturierte Buchten zu freien Abferkelung ... 53
4.3.1 Ausgestaltung von strukturierten Buchten zur freien Abferkelung ... 56
4.3.2 Wurfleistung und Ferkelmortalität bei Sauen in Buchten zur freien Abferkelung ... 61
4.4 Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung der Sauen im Kastenstand ... 64
4.4.1 Ausgestaltung von Bewegungsbuchten ... 66
4.4.2 Fixierungszeiten von Sauen in Bewegungsbuchten ... 72
4.4.3 Wurfleistung und Ferkelmortalität bei Sauen in Bewegungsbuchten ... 73
4.5 Bewertung von strukturierten Buchten zur freien Abferkelung und Bewegungsbuchten mit dem *welfare design index* ... 78
4.6 Gruppensäugen ... 79
4.7 Outdoor-Abferkelung ... 80
4.8 Nutzung und Ausgestaltung von Ferkelnestern ... 80
5 Tierbetreuung und Management ... 83

5.1 Tierbetreuung und Management ... 83
5.2 Arbeitssicherheit (aggressive Sauen) ... 85
5.3 Arbeitsaufwand ... 87
6 Kurzfassung ... 89

7 Zusammenfassung ... 98

8 Referenzen ... 99

9 Anhang 118

10 Danksagungen 145

1 Einleitung

Die landwirtschaftliche Sauenhaltung steht vor der Aufgabe, die geänderten Ansprüche der Gesellschaft an eine artgerechtere Tierhaltung umzusetzen und dabei die Wirtschaftlichkeit dieses Betriebszweiges zu wahren.

In der Sauenhaltung steht vor allem die mehrmonatige Unterbringung von Sauen in nur wenig mehr als körpergroßen Kastenständen in der Kritik. Sauen sind in landwirtschaftlichen Betrieben üblicherweise in der Zeit von etwa sieben Tagen vor der Geburt bis zum 28. Tag der nachfolgenden Trächtigkeit, d.h. insgesamt über einen Zeitraum von mindestens 9 Wochen[1], kontinuierlich in Kastenständen untergebracht. Im Verlauf eines Jahres steht eine Sau – sofern sie nicht umrauscht oder als Ammensau genutzt wird – etwa 162 Tage[1] im Kastenstand. Der Zeitraum verlängert sich bei einmaligem Umrauschen um drei und um zwei bis drei Wochen, wenn die Sau als sogenannte Ammensau für die Aufzucht von überzähligen Ferkeln aus anderen Würfen eingesetzt wird. Von Umrauschen sind durchschnittlich um 10 % aller belegten Sauen betroffen (Könighoff, 2018). Als Ammensauen werden in Betrieben mit hyperproliferativen [überdurchschnittlich fruchtbaren] Sauen etwa 20 % des Sauenbestandes genutzt (Bruun et al., 2016). Dementsprechend ist der Anteil Sauen, die länger als 162 Tage pro Jahr im Kastenstand stehen, nicht auf einzelne Tiere beschränkt. Die Haltung im Kastenstand reduziert die Bewegungsmöglichkeiten von Sauen auf Stehen, Sitzen und Liegen und unterbindet wesentliche arteigene Verhaltensweisen, wie z.B. die Trennung von Liege- und Eliminationsbereich und das Nestbauverhalten. Diese Haltungsform ist Verbrauchern offenbar kaum nahezubringen (Kaiser et al., 2016).

Die Unterbringung von Sauen während der Geburtsvorbereitung, der Geburt sowie der Säugezeit ist Gegenstand der nachfolgenden Zusammenfassung von Publikationen, die den Stand des Wissens repräsentieren. Die Unterbringung von hochtragenden bzw. säugenden Sauen ist besonders anspruchsvoll, da die Bedürfnisse der Sau und der neugeborenen Ferkel sowie die wirtschaftlichen Interessen des Tierhalters angemessen zu berücksichtigen sind. Entsprechend kontrovers diskutieren

[1] Berechnungsgrundlage: ein Reproduktionszyklus hat 144 Tage davon 64 Haltung im Kastenstand (= 7 Tage vor der Geburt + 23 (real 21 oder 26) Tage Säugephase + 6 Tage Absetzen bis Eintritt Rausche + 28 Tage nach Belegung) und 80 Tage in der Gruppenhaltung (Trächtigkeitstag 29 bis 108). Entsprechend sind 2,53 Reproduktionszyklen pro Jahr möglich. Durch Umrauschen und Nutzung als Ammen werden pro Sau und Jahr im Durchschnitt 2,34 Würfe aufgezogen.

Sauenhalter andere Haltungsformen, wie Buchten zur freien Abferkelung oder Bewegungsbuchten. Die Kritik fokussiert sich neben dem höheren Platzbedarf der Sau und dem höheren Arbeitsaufwand, besonders auf das Risiko höherer Verluste bei den Saugferkeln. Der Auswertung der Literatur sind daher Übersichten zu Wurfleistungen aus Praxisbetrieben vorangestellt, die von Sauen stammen, die zur Abferkelung in Standardbuchten mit Kastenstand bzw. in Buchten zur freien Abferkelung untergebracht waren.

Grundsätzlich wird das Geschehen während der Geburt und Laktation von vier Faktoren bestimmt: der Sau, ihren Ferkeln, der Tierumgebung (inkl. Fütterung) und dem Tierhalter/-betreuer. Der Tierhalter hat mit der Auswahl der Sau, der Gestaltung der Tierumgebung und dem Management sowie ggf. der Anleitung der Tierbetreuer, einen überragenden Einfluss auf das gesamte System. Die Sau und ihre Ferkel haben teils aufeinander abgestimmte, teils aber auch sehr unterschiedliche Bedürfnisse, die in Abhängigkeit von den Bedingungen in der Abferkelbucht (Tierumgebung) und dem Management und der Betreuung durch den Tierhalter erfüllt oder nicht erfüllt werden. Eine Balance zwischen den Bedürfnissen der Sau und denen der neugeborenen Ferkel herzustellen, bedarf einer adjustierten Abstimmung (Baxter et al., 2012). Hinzu kommt, dass auch die Anforderungen des Tierhalters an Arbeitssicherheit und -effizienz zu berücksichtigen sind. Nachfolgend werden die vier genannten Faktoren und ihre Interaktionen dargestellt; der Schwerpunkt liegt dabei auf der Beeinflussung von Sau und Ferkeln durch die Tierumgebung.

Als Alternative zur Fixierung der Sau in Kastenständen wurden schon früh Versuche unternommen, Sauen frei abferkeln zu lassen oder die Zeit der Fixierung im Kastenstand zu reduzieren. Dabei wurden die Begriffe „freie Abferkelung“ und „Bewegungsbucht“, teils synonym, teils aber auch für die Beschreibung grundsätzlich unterschiedlicher Buchttypen verwendet. Die fehlenden Begriffsdefinitionen haben bereits zu erheblichen Missverständnissen in der Diskussion um die Gestaltung zukünftiger Abferkelbuchten geführt. Daher werden nachfolgend strukturierte Buchten ohne Kastenstand als „Buchten zur freien Abferkelung“ und Buchten mit einem Kastenstand, der einige Tage nach der Geburt geöffnet werden kann, als „Bewegungsbuchten“ bezeichnet. Die, für das Verständnis notwendige, einheitliche Verwendung der Begriffe, hat an einigen Stellen zu Abweichungen von den Benennungen in den Originalpublikationen geführt.

2 Ferkel

Sauenhaltung hat zum Ziel, Ferkel aufzuziehen, die größtenteils als Schlachtschweine der Lebensmittelgewinnung dienen. Ein kleiner Teil der Ferkel wird als Zuchtschweine zur Erhaltung der Population verwendet. Die Wirtschaftlichkeit einer Sauenhaltung hat damit einen direkten Bezug zur Anzahl vermarktungsfähiger Ferkel, die im Fokus der Bemühungen des Tierhalters stehen. Ferkel, die tot geboren werden oder nach der Geburt verenden, stellen für den Tierhalter einen wirtschaftlichen Verlust dar, bedürfen aber auch einer ethischen Wertung, die sich mit der Frage nach der Vermeidbarkeit des Todes befasst.

Das Verenden von Saugferkeln, die durch die Sau erdrückt werden, ist der zentrale Kritikpunkt an der freien Abferkelung (Burfeind et al., 2018; Hickl et al., 2018; Meyer, 2018; Niggemeyer, 2013; Schulte-Sutrum et al., 2019), wobei die genannten Autoren Untersuchungen in Bewegungsbuchten durchgeführt haben. Die Abferkelung im Kastenstand wird in Deutschland daher als Mittel der Wahl für den Schutz von Saugferkeln vor Erdrücken durch die Sau angesehen (Meyer, 2018; Niggemeyer, 2013). Das Erdrücken von Ferkeln durch die Sau kommt allerdings in allen Haltungsformen vor, auch bei Unterbringung der Sau im Kastenstand (Burfeind and Meyer, 2019; Kilbride et al., 2012; Schulze Westerath, 2010), wird aber zumindest anteilmäßig häufiger bei der freien Abferkelung und in Bewegungsbuchten beobachtet (Baxter et al., 2018a; Baxter et al., 2011b, 2012). Das Verenden von Ferkeln durch Erdrücken wird von Tierhaltern ursächlich oft als Mangel im Verhalten der Sau („fehlende Mütterlichkeit“) bewertet. Die in der Praxis teils gebräuchliche Bezeichnung des Kastenstandes in Abferkelbuchten als „Ferkelschutzkorb“, ist Ausdruck dieses Gefühls, die Ferkel vor dem Muttertier schützen zu müssen. Genauere Untersuchungen zum Erdrücken von Ferkeln haben allerdings ergeben, dass das Erdrücken in vielen Fällen lediglich der sichtbare Endpunkt eines Geschehens ist, dem andere Ursachen zugrunde liegen, als Mängel im Verhalten der Sau (Alonso-Spilsbury, 2007; Edwards, 2002; Hansen et al., 2017; Herpin et al., 2002; Herpin et al., 1996; Muns et al., 2013; Pandolfi et al., 2017; Rutherford et al., 2013). Das Ziel, Ferkelverluste zu reduzieren, lässt sich daher nicht durch Maßnahmen erreichen, die sich allein oder hauptsächlich auf die Vermeidung von Erdrücken fokussieren.

In verschiedenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Vermeidung von Verlusten durch Erdrücken häufig mit einem Anstieg anderer Todesursachen

einhergeht und die Gesamtmortalität damit teils unverändert bleibt (Cronin et al., 2000b; Kilbride et al., 2012; Weber et al., 2007). Dementsprechend ist eine Betrachtung aller Risikofaktoren für das Verenden von Ferkeln inklusive der Interaktionen der Risikofaktoren sowohl für die Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung der Mortalität wie auch die Bewertung der Haltungsform säugender Sauen einer Fokussierung auf einzelne Todesursachen, wie das Erdrücken, grundsätzlich vorzuziehen. Hinsichtlich der Bewertung der Mortalität bei neonatalen Saugferkeln wird davon ausgegangen, dass ein Tod durch „Erdrücken“ für das Tier gleiches Leid bedeutet, wie ein Tod durch eine der beiden anderen gehäuft vorkommenden Todesursachen „Verhungern“ oder „Erkrankung“.

2.1 Wurfleistung und Mortalität bei Saugferkeln in Dänemark, Deutschland, Norwegen, Schweden und der Schweiz

2.1.1 Wurfleistung und Mortalität bei Saugferkeln im internationalen Vergleich

Für die Bewertung der Mortalität von Ferkeln, die im Kontext mit der Anzahl abgesetzter Ferkel zu betrachten ist, sind nachfolgend Wurfleistungsdaten aus Dänemark, Deutschland, Norwegen, Schweden und der Schweiz für den Zeitraum 2010 bis 2018 zusammengefasst (Anhang, Tab. A1 bis A5). Dänemark ist in die Auswertung einbezogen, da die hyperproliferativen Sauen dänischer Genetik (syn. Danbred / DanHybrid) in den letzten Jahren einen erheblichen Anteil an der deutschen Sauenpopulation erreicht haben. In einer Auswertung der Erzeugerringe in Nordrhein-Westfalen für 2018, die 227.712 Würfe umfasst, erreichten DanHybrid-Sauen einen Anteil von 49 % (Greshake, 2019b). In Deutschland wie in Dänemark ist die Fixierung von Sauen im Kastenstand während der gesamten Säugezeit üblich. In Norwegen und Schweden sowie in der Schweiz wird dagegen seit Jahren die freie Abferkelung praktiziert. Die Fixierung während der Säugezeit ist in diesen Ländern nur im Ausnahmefall, z.B. bei aggressiven Sauen, für wenige Tage erlaubt. Länder, die eine zeitweilige Fixierung von Sauen in Bewegungsbuchten praktizieren, gibt es bisher nicht, so dass sich die Erfahrungen auf Versuche in Lehr-/Forschungsbetrieben (Burfeind et al., 2018; Heidinger et al., 2017; Jais and Schneider, 2017; Lambertz et al., 2015; Schulte-Sutrum et al., 2019) und wenige Praxisbetriebe (Hales et al., 2015b; Heidinger et al., 2017; Herrmann, 2018; Spindler et al., 2018; Wassmuth et al., 2017;

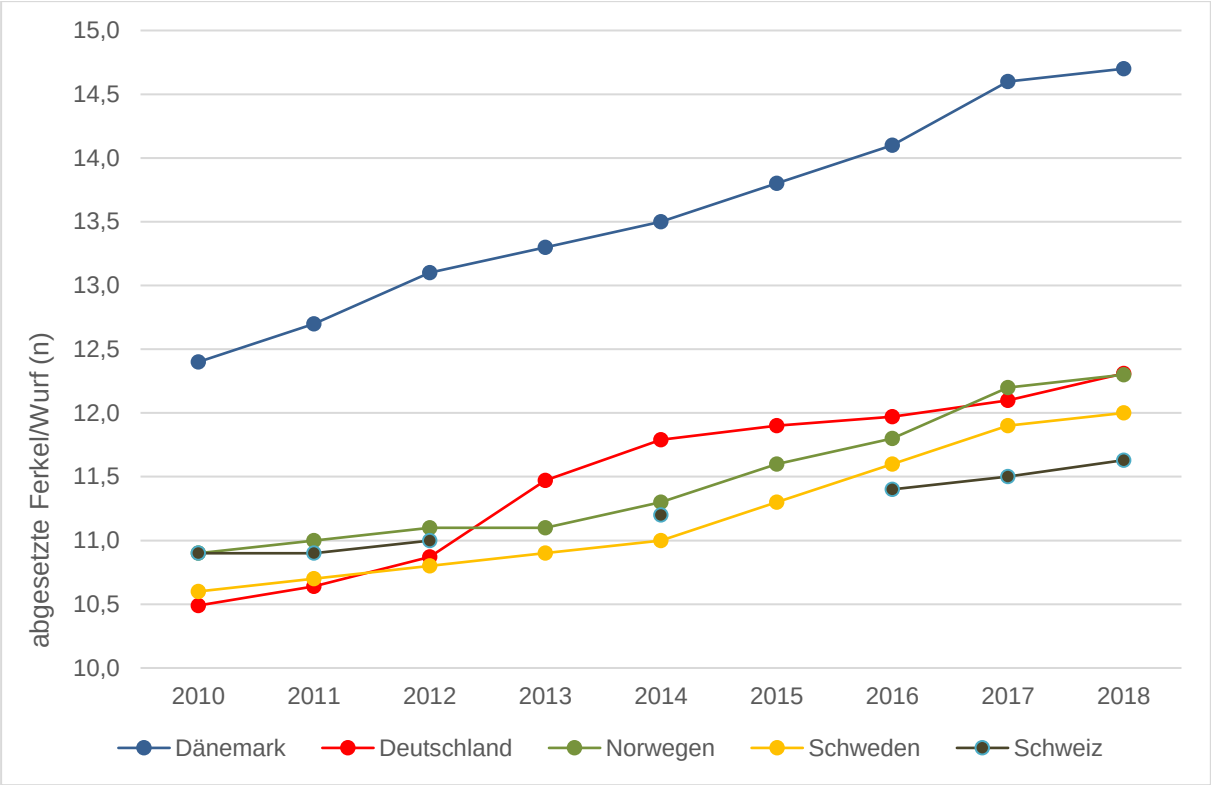
Werning, 2019b) beziehen. Außerdem wurden diverse Versuche unternommen, Sauen in Bewegungsbuchten frei abferkeln zu lassen (Burfeind et al., 2018; Hales et al., 2015a; Heidinger et al., 2017; Hickl, 2019; Kamphues, 2004; Moustsen et al., 2013; Nicolaisen et al., 2019; Schulte-Sutrum et al., 2019). Die in den genannten Untersuchungen verwendeten Buchten unterscheiden sich deutlich von den in Praxisbetrieben in Norwegen, Schweden oder der Schweiz genutzten Buchten (s. Kapitel 4.3 und 4.4).

Für Dänemark, Deutschland, Norwegen und Schweden standen Wurfleistungsdaten zur Verfügung, die im Wesentlichen in Betrieben erhoben wurden, die Ferkel für die Mast erzeugen. In der Schweiz sind Daten aus der Herdbuchzucht (Schweizer Edelschwein) publiziert (SUISAG, 2010, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018). Daten aus der Ferkelerzeugung (UFA 2000) zeigen bei den abgesetzten Ferkeln 11,0 (2015), 11,1 (2016), 121,3 (2017) vergleichbare Wurfleistungen (Weber, pers. Mitteilung 18.03.2020). Anders als die oben genannten Versuche, die oft nur in einem, seltener auch mehreren Beständen durchgeführt wurden, basieren die Informationen für die genannten Länder auf Daten aus jeweils über 100 Herden oder von mehr als 20.000 Würfen (Anhang, Tab. A1 bis A5).

In Deutschland werden die Wurfleistungsdaten getrennt nach Regionen (Nord, West, Ost, Süd) publiziert (Schulz, 2005, 2006, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020), sind hier aber zusammengefasst bzw. für Schleswig-Holstein (Tab. 2) und die Region Süd (Tab. 3) nochmals separat dargestellt. Anders als in den anderen Ländern wird die Anzahl der totgeborenen Ferkel pro Wurf in den Auswertungen aus Deutschland (Schulz, 2005, 2006, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020) nicht ausgewiesen. Entsprechende Daten sind aber für Nordrhein-Westfalen (Region West) für die Jahre 2018 (1,5 Ferkel/Wurf), 2017 (1,4 Ferkel/Wurf) und 2016 (1,3 Ferkel/Wurf) veröffentlicht (Greshake, 2017; Greshake, 2019a, 2019b). Diese Werte, die jeweils auf der Auswertung von mehr als 220.000 Würfen basieren, wurden als repräsentativ angesehen und für die entsprechenden Jahre in die Auswertung einbezogen. Für 2015 wurde ein Wert von 1,2 totgeborenen Ferkeln/Wurf angenommen. Diese Annahme basiert auf einer Auswertung der Wurfleistungsdaten für das Jahr 2015 in 70 Betrieben, für die 1,3 totgeborene Ferkel/Wurf ermittelt wurden (Könighoff, 2018). Der Schätzwert wurde bewusst um 0,1 niedriger angesetzt als in der Auswertung (Könighoff, 2018) angegeben.

Da ein Großteil (> 75 %) der totgeborenen Ferkel während der Geburt verendet (Randall, 1971) und zudem in der Praxis direkt nach der Geburt verendete Ferkel teils als totgeboren vermerkt werden (Kilbride et al., 2012; Muirhead, 2013; Vaillancourt et al., 1990; Vanderhaeghe et al., 2010), ist es sinnvoll, die Gesamtmortalität, d.h. die während der Geburt und Säugezeit verendeten Ferkel zu bewerten (Alonso-Spilsbury, 2007; Rutherford et al., 2013). Diese Betrachtungsweise erlaubt die tatsächliche Wurfgröße zu ermitteln, wie auch das Potential von Maßnahmen zur Reduzierung der Mortalität (z.B. Geburtshilfe) besser einzuschätzen. Eine wichtige zentrale Betriebskennziffer, die „abgesetzten Ferkel/Sau und Jahr“ (Anhang, Tab. A1 bis A5) wird nachfolgend nicht thematisiert, da dieser Wert – in den die Würfe pro Sau und Jahr eingehen – wesentlich von der Dauer der Säugezeit [längere Sägezeiten bedingen weniger Würfe/Sau und Jahr] sowie von „Verlusttagen“ [Tage, in denen die Sau nicht tragend und nicht ferkelführend ist] durch Umrauschen oder Mast vor Schlachtung beeinflusst wird. Die Säugezeit ist in Dänemark, Norwegen, Schweden und der Schweiz mit einem Mittelwert ≥ 30 Tage deutlich länger als in Deutschland (etwa 23 Tage).

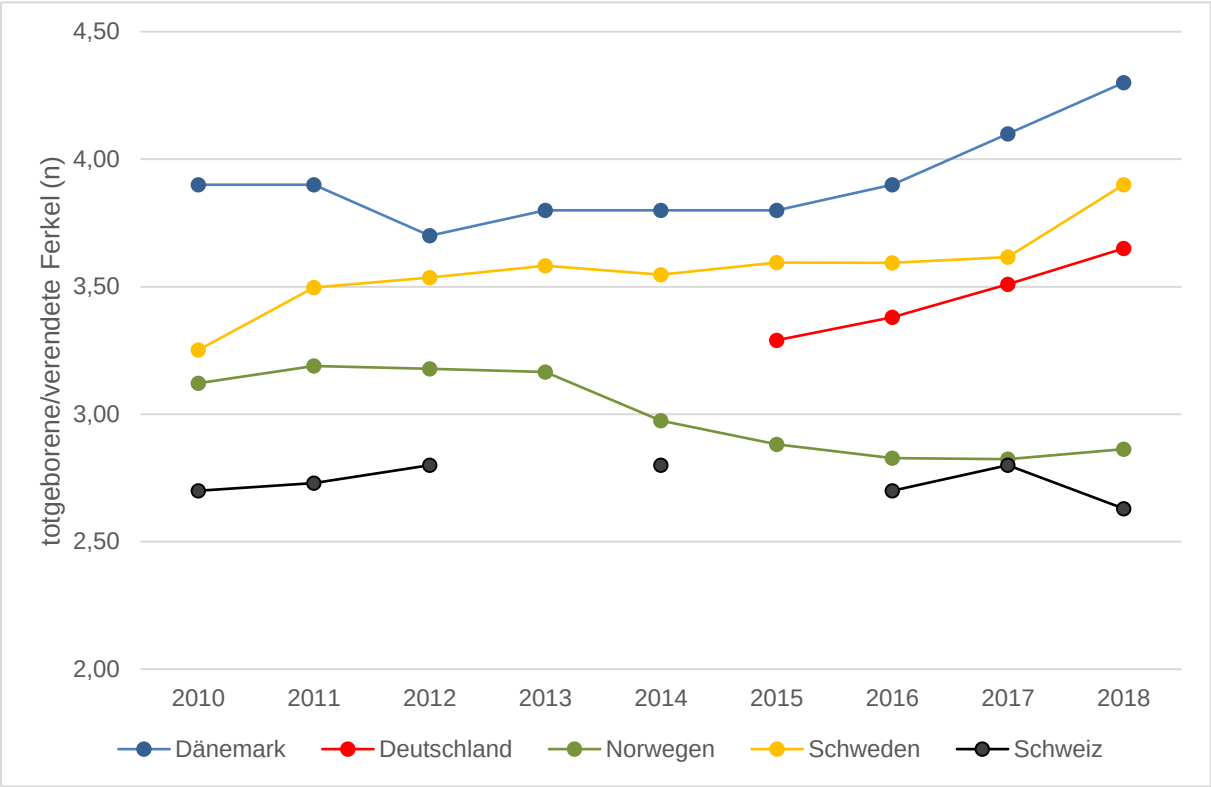
In allen in die Auswertung einbezogenen Ländern ist der Trend, in der Schweinezucht größere Würfe zu erzielen, bereits über einen längeren Zeitraum festzustellen. Die größeren Würfe haben zu einem Anstieg der abgesetzten Ferkel pro Wurf geführt, es ergeben sich aber Unterschiede in der Geschwindigkeit und dem Niveau, auf dem dieser Anstieg vollzogen wird (Abb. 1). Die Mittelwerte aus Deutschland, Norwegen und Schweden liegen vergleichsweise nah beieinander, während die Daten aus Dänemark einen deutlichen Abstand markieren. In der Schweiz sind Daten ausschließlich für die Herdbuchzucht publiziert. Die Wurfgröße wird in der Schweiz seit 2003 bei den Reproduktionsmerkmalen schwächer gewichtet, während die Aufzuchtleistung der Muttersau sowie der Anteil untergewichtiger Ferkel als Merkmale stärker berücksichtigt werden, so dass die Wurfgröße deutlich geringer angestiegen ist als in den anderen Ländern (Weber, pers. Mitteilung 18.03.2020).



Quellen: s Anhang, Tab A1 bis A5

Abb. 1: Abgesetzte Ferkel pro Wurf in Dänemark, Deutschland, Norwegen, Schweden und Schweiz im Zeitraum 2010 bis 2018

Die Gesamtmortalität, also die Summe der totgeborenen und bis zum Absetzen verendeten Ferkel lässt für Dänemark, Deutschland und Schweden parallel zu den steigenden Wurfgrößen einen Anstieg erkennen (Abb. 2). In Deutschland waren Daten zu den totgeborenen Ferkeln zwar nicht aus allen Jahren verfügbar, die Ableitung eines insgesamt steigenden Trends berücksichtigt aber den Anstieg der lebend geborenen, während der Säugezeit verendeten Ferkel in den Jahren 2010 bis 2014 (Anhang, Tab. A2). In Norwegen unterliegt die Gesamtmortalität trotz steigender Wurfgrößen einem gegenläufigen Trend (Abb. 2). In der Schweizer Herdbuchzucht sind bei den insgesamt kleineren Würfen ebenfalls deutlich weniger Ferkel verendet. Die moderat steigenden Wurfgrößen gehen, ähnlich wie in Norwegen mit einer geringeren Anzahl verendeter Ferkel einher.



Quellen: s Anhang, Tab A1 bis A5

Abb. 2: Totgeborene und bis zum Absetzen verendete Ferkel pro Wurf in Dänemark, Deutschland, Norwegen, Schweden und Schweiz im Zeitraum 2010 bis 2018

Die Wurfleistungsdaten zeigen insgesamt, dass das Leistungsniveau der dänischen Betriebe sehr deutlich von den anderen Ländern abweicht. Deutschland, Norwegen und Schweden liegen in ihren Leistungen vergleichsweise nah beieinander. Die Wurfleistungsdaten lassen somit – anders als in Deutschland häufig postuliert – nicht darauf schließen, dass die freie Abferkelung grundsätzlich zu einer hohen Ferkelmortalität führt.

Eine detailliertere Betrachtung der Wurfleistungsdaten erlaubt den Status quo der Ferkelerzeugung in den genannten Ländern genauer einzuschätzen und daraus mögliche Entwicklungen für Deutschland abzuleiten. Der Vergleich der Wurfleistungen der verschiedenen Länder für 2018 zeigt, dass Dänemark mit insgesamt 19,0 Ferkeln pro Wurf, von denen 14,7 abgesetzt werden und 4,3 verenden, in allen Zahlen deutlich über dem Niveau der anderen Länder liegt (Tab. 1). In Deutschland wurden im gleichen

Zeitraum 16,0 Ferkel pro Wurf erreicht, von denen 12,3 Ferkel abgesetzt wurden und 3,7 verendeten. Damit liegt Deutschland, trotz kleinerer Würfe, in der Gesamtmortalität mit 22,9 % um 0,3 Prozentpunkte über dem Wert von Dänemark (22,6 %). In Norwegen sind die Würfe mit 15,2 Ferkeln pro Wurf zwar kleiner als in Deutschland, trotzdem wird mit 12,3 Ferkeln pro Wurf die gleiche Anzahl Ferkel abgesetzt. In Norwegen verenden insgesamt 2,9 Ferkel pro Wurf und damit 0,8 Ferkel weniger als in Deutschland. In Schweden liegt die Wurfgröße mit 15,9 Ferkeln nahe dem in Deutschland erreichten Wert, die Gesamtmortalität liegt mit 3,9 Ferkeln pro Wurf aber um 0,2 höher als in Deutschland. Schweizer Edelschweine (Herdbuchzucht) erreichen mit 14,3 Ferkeln pro Wurf, von denen 11,6 Ferkel abgesetzt werden und 2,6 verenden, in beiden Kategorien den niedrigsten Wert. Eine aktuell publizierte Auswertung aus Schweizer Ferkelerzeugerbetrieben (331.820 Würfe, 255 Betriebe) zeigt, dass die Anzahl lebend geborener Ferkel zwischen 2008 und 2017 von 11,9 auf 12,9 und die Anzahl abgesetzter Ferkel von 10,3 auf 11,3 angestiegen ist (Weber et al., 2020).

Tab. 1: Übersicht der Wurfleistungsdaten in der Ferkelerzeugung in Dänemark, Deutschland, Norwegen, Schweden und der Schweiz in 2018

	Dänemark	**Deutschland**	**Norwegen**	**Schweden**	**Schweiz**
Herden (n)	710	1881	340	124	k.A.
Sauen/Herde (n)	769	210	117	355	(21191 Würfe)
Anzahl Ferkel /Wurf (n)	19,0	16,0	15,2	15,9	14,3
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	17,2	14,5	14,1	14,6	13,2
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	1,8	1,5*	1,1	1,3	1,2
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	14,7	12,3	12,3	12,0	11,6
Gesamtmortalität/Wurf (%)	22,6	22,9	18,8	23,7	18,4
Gesamtmortalität/Wurf (n)	4,3	3,7	2,9	3,9	2,6
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	14,6	14,9	12,5	16,9	11,6
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	2,5	2,2	1,8	2,5	1,6
abgesetzte Ferkel/Sau und Jahr	33,0	28,9	27,1	26,7	27,4
tote Ferkel/Sau und Jahr	9,6	8,5	6,3	8,4	6,2
Säugetage	31	k.A.	33,3	32,8	30,0

(ANIMALIA, 2019; Schleswig-Holstein, 2018; Schulz, 2019; SEGES, 2019; SUISAG, 2018; WINPIG, 2019a), *(Greshake, 2019b)

2.1.2 Wurfleistung und Mortalität bei Saugferkeln in verschiedenen Regionen in Deutschland

Innerhalb von Deutschland zeigt der Vergleich „Region Süd“ mit „Schleswig-Holstein“ ausgeprägte Unterschiede in der Wurfleistung. Da die Anzahl der totgeborenen Ferkel für beide Regionen nicht publiziert ist, bezieht sich der Vergleich auf die lebend geborenen und während der Säugezeit verendeten Ferkel. In Schleswig-Holstein werden in der Ferkelerzeugung häufig DanHybrid Sauen eingesetzt. Wahrscheinlich ist die häufige Verwendung von Sauen dänischer Genetik der Grund für eine Wurfleistung, die mit 16,0 lebend geborenen Ferkeln pro Wurf, von denen 12,3 abgesetzt werden, deutlich über dem Mittelwert für Deutschland liegt (Tab. 2). Die Anzahl der ursprünglich lebend geborenen, aber bis zum Ende der Säugezeit verendeten Ferkel liegt mit 2,4 Ferkeln pro Wurf allerdings auch über dem Durchschnitt.

Tab. 2: Übersicht der Wurfleistungsdaten in der Ferkelerzeugung in Schleswig-Holstein im Zeitraum 2013 bis 2018

	2013	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Herden (n)	124	128	114	101	104	97
Sauen/Herde (n)	282	289	284	324	338	346
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	14,1	14,5	14,9	15,2	15,4	16,0
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	12,1	12,4	12,8	13,0	13,1	13,6
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	14,4	14,6	14,1	14,6	15,1	15,1
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4

(Schleswig-Holstein, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018)

In der Region Deutschland Süd ist die Wurfgröße mit 12,7 lebend geborenen Ferkeln, von denen 10,7 abgesetzt werden (Tab. 3), deutlich geringer als in den zum Vergleich herangezogenen Ländern und Regionen. Die Wurfleistung bleibt auch hinter der Leistung der Schweizer Herdbuchzucht zurück.

Tab. 3: Übersicht der Wurfleistungsdaten in der Ferkelerzeugung in der Region Deutschland Süd* im Zeitraum 2013 bis 2018

	2013	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Herden (n)	1802	1668	592	1447	1278	1224
Sauen/Herde (n)	112	116	153	125	123	127
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	11,7	11,6	12,4	12,4	12,5	12,7
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	10,4	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	11,1	11,5	15,9	15,7	15,4	15,6
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	1,3	1,3	2,0	1,9	1,9	2,0

*Region Süd (2018) LKV Bayern, HVL Alsfeld, LKV Baden-Württemberg, Beratungsdienst Baden-Württemberg, VSR Bad Kreuznach (Schulz, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019)

2.1.3 Wurfleistung und Mortalität bei Saugferkeln von Sauen dänischer Genetik in Deutschland und Dänemark

Im Hinblick auf Maßnahmen zur Reduzierung der Ferkelmortalität erscheint die vergleichende Betrachtung von Wurfleistungsdaten sinnvoll, die in Deutschland und Dänemark mit Sauen dänischer Genetik erbracht werden (Tab. 4). Aus Nordrhein-Westfalen liegen Auswertungen vor, die Wurfleistungen für einzelne Rassen zeigen. In Nordrhein-Westfalen (NRW) liegen DanHybrid Sauen bei der Wurfgröße und den abgesetzten Ferkeln unter der in Dänemark erreichten Wurfleistung, während die relative Gesamtmortalität mit 22,0 % (2016), 22,5 % (2017) und 23,5 (2018) jeweils höher liegt als in Dänemark (21,7 % 2016; 21,9 %, 2017; 22,6 %, 2018). Die Gesamtmortalität von 23,5 % in NRW entspricht 9,9 Ferkeln pro Sau und Jahr. Dieser Wert sollte Anlass sein, kritisch zu hinterfragen, ob es ethisch und wirtschaftlich vertretbar ist, eine weitere Steigerung der Wurfleistung wie bisher über die Wurfgröße zu erreichen oder ob Maßnahmen zur Reduzierung der Gesamtmortalität sinnvoller sind.

Tab. 4: Wurfleistung von DanHybrid Sauen in Nordrhein-Westfalen und Dänemark in den Jahren 2016 bis 2018

	2016 DK	**2016 NRW**	**2017 DK**	**2017 NRW**	**2018 DK**	**2018 NRW**
Herden (n)	570		535		710	
Sauen/Herde (n)	767		791		769	
Anzahl Würfe (n)		109390		118511		111559
Anzahl Ferkel /Wurf (n)	18,0	17,1	18,7	17,5	19,0	17,9
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	16,3	15,5	16,9	15,9	17,2	16,2
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	1,7	1,6	1,8	1,6	1,8	1,7
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	14,1	13,3	14,6	13,6	14,7	13,7
Gesamtmortalität/Wurf (%)	21,7	22,0	21,9	22,5	22,6	23,5
Gesamtmortalität/Wurf (n)	3,9	3,8	4,1	3,9	4,3	4,2
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	13,3	14,0	13,6	14,7	14,6	15,5
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	2,2	2,2	2,3	2,3	2,5	2,5
abgesetzte Ferkel/Sau und Jahr	32,2	31,3	33,3	31,9	33,0	32,2
tote Ferkel/Sau und Jahr	8,9	8,9	9,4	9,3	9,6	9,9
Säugetage	31	k.A.	31	k.A.	31	k.A.

(Greshake, 2017; Greshake, 2019a, 2019b; SEGES, 2017, 2018, 2019)

2.1.4 Wurfleistung und Mortalität bei freier Abferkelung in Schweden in Beziehung zur Herdengröße

Vermutungen, dass die freie Abferkelung für große Bestände ungeeignet ist, lassen sich anhand der ausgewerteten Daten nicht bestätigen. In Schweden wurden die Wurfleistungen von Herden mit mehr als 400 Sauen in 2017 und 2018 separat ausgewertet (Tab. 5). Die größeren Herden (Durchschnittsgröße > 600 Sauen) hatten dabei höhere Leistungen als der Gesamtdurchschnitt aller Herden. Der Unterschied zugunsten der größeren Herden wäre noch deutlicher ausgefallen, wenn der Vergleich zwischen Herden < bzw. > 400 Sauen angestellt worden wäre, da der Durchschnittswert aller Herden auch die Daten der großen Herden umfasst.

Tab. 5: Übersicht der Wurfleistungsdaten in der Ferkelerzeugung in Schweden in Herden > 400 Sauen im Zeitraum 2017 bis 2018

	2017 >400 Sauen	**2017 Alle**	**2018 >400 Sauen**	**2018 Alle**
Herden (n)	k.A.	141	36	124
Sauen/Herde (n)	677	354	655	355
Anzahl Ferkel /Wurf (n)	15,7	15,5	15,8	15,9
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	14,5	14,3	14,6	14,6
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	1,2	1,2	1,2	1,3
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	12,1	11,9	12,2	12,0
Gesamtmortalität/Wurf (%)	22,5	23,3	22,8	23,7
Gesamtmortalität/Wurf (n)	3,5	3,6	3,6	3,9
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	16,1	16,9	16,4	17,6
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	2,3	2,4	2,4	2,6

(WINPIG, 2019b)

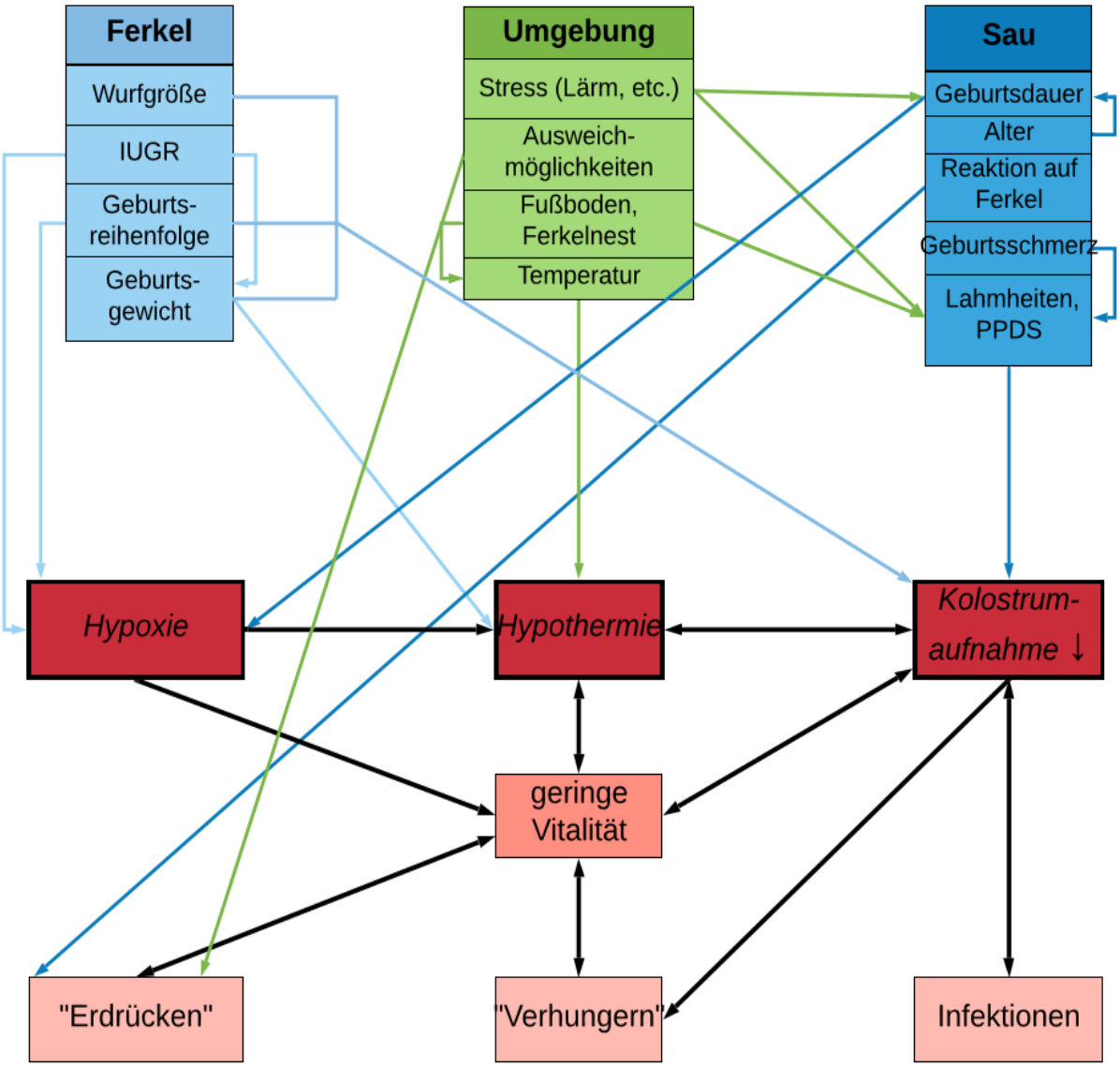
2.2 Ursachen für das Verenden von Ferkeln während der Geburt und Säugephase

Auch wenn sich die Anzahl der abgesetzten und bis zum Absetzen verendeten Ferkel zwischen Ländern mit freier Abferkelung und denen mit permanenter Fixierung der Sau im Kastenstand nicht zwangsläufig unterscheiden, sollten die Zusammenhänge, die zum Verenden von Ferkeln führen, genauer analysiert werden. In 2018 sind pro Sau und Jahr in Dänemark 9,6 Ferkel, in Deutschland 8,5 und in Schweden 8,4 Ferkel während der Geburt bzw. bis zum Absetzen verendet (Anhang, Tab. A1, A2, A5). Eine ressourcenschonende Ferkelaufzucht sollte zum Ziel haben, möglichst viele Ferkel bis zur Schlachtung oder Nutzung als Zuchtschwein aufzuziehen. Dass Mortalitätsraten bei den lebend geborenen Ferkeln unter 10 % möglich sind, zeigen Praxisberichte (Arden, 2007; Schnippe, 2016) und Untersuchungen in Praxisbetrieben (Chidgey et al., 2015; Hales et al., 2014; Staarvik et al., 2019). Eine Senkung der Gesamtmortalität von derzeit 22,9 % (Anhang Tab. A2) auf einen Wert unter 15 % sollte somit möglich sein. Bei der Interpretation Daten zur neonatalen Ferkelsterblichkeit ist allerdings zu

bedenken, dass die Mortalität bei Tierarten, bei denen Mehrlingsgeburten üblich sind, höher ist, als bei Spezies, die Einlinge oder Zwillinge gebären (Mellor and Stafford, 2004). Eine Gesamtmortalität unter 10 % wird daher in Praxisbetrieben dauerhaft nur mit größter Anstrengung zu erreichen sein.

Der weitaus größte Teil der Ferkelverluste kann zeitlich der Geburt und den ersten drei Lebenstagen zugeordnet werden (Andersen et al., 2009; Baxter and Edwards, 2018; Damgaard et al., 2003; Galiot et al., 2018; Kilbride et al., 2012; Muns et al., 2016; Panzardi et al., 2013; Roehe and Kalm, 2000; Tuchscherer et al., 2000; Westin et al., 2015). Der Anteil dieser Ferkel an der Mortalitätsrate der ursprünglich lebend geborenen Ferkel wird mit Werten zwischen 62 % und 85 % angegeben (Decaluwé et al., 2014; Kilbride et al., 2012; Rootwelt et al., 2013; Wientjes et al., 2013).

Für Ferkelverluste während der Geburt oder Säugephase sind diverse Risikofaktoren bekannt, die sich in komplexen Interaktionen gegenseitig beeinflussen (Alonso-Spilsbury, 2007; Andersen et al., 2011; Baxter and Edwards, 2018; Edwards, 2002; Herpin et al., 2002; Malmkvist et al., 2006; Rootwelt et al., 2013; Westin et al., 2014). Als zentrale Risiken sind die Hypoxie und Hypothermie (Andersen et al., 2011; Baxter and Edwards, 2018; Edwards, 2002; Westin et al., 2014) sowie die unzureichende Kolostrumaufnahme zu nennen, die direkt („Verhungern“) oder indirekt (Erdrücken, Infektionskrankheiten) zum Tod betroffener Ferkel führen können. Hypoxie, Hypothermie und unzureichende Kolostrumaufnahme unterliegen vielfältigen Faktoren, die sich aus dem Ferkel selbst, der Sau sowie den Bedingungen in der Tierumgebung, der Tierbetreuung und dem Management ergeben (Abb. 3).



[IUGR = intrauterine growth retardation; PPDS = postpartales Dysgalaktie Syndrom]

Abb. 3: Tier- und umgebungsbezogene Risikofaktoren für das Verenden von Ferkeln während der Geburt oder Säugezeit, modifiz. nach (Edwards, 2002; Geiping and grosse Beilage, 2020)

Nachfolgend ist zunächst der Stand des Wissens zu den Faktoren und Todesursachen zusammengefasst, die im Zusammenhang mit der Geburt stehen oder direkt vom Ferkel ausgehen. Dabei werden zunächst die praepartal und nachfolgend die partal und postpartal entstandenen Einflussfaktoren erläutert.

2.2.1 Wurfgröße

Die Mortalität bei den lebend geborenen Saugferkeln nimmt mit steigender Wurfgröße zu, wobei die Wurfgröße wiederum eng mit dem Geburtsgewicht assoziiert ist (Baxter and Edwards, 2018; Beaulieu et al., 2010; Calderón Díaz et al., 2017; Hales et al., 2014; Pandolfi et al., 2017; Quiniou et al., 2002; Wolf et al., 2008). Mit der Wurfgröße steigt häufig auch die Variation der Geburtsgewichte innerhalb des Wurfes (Andersen et al., 2011; Milligan et al., 2002; Roehe, 1999; Rutherford et al., 2013; Wolf et al., 2008). Eine Auswertung der Mortalität lebend geborener Ferkel in Beziehung zur Wurfgröße, in die mehr als 10.000 Ferkel aus Schweinehaltungen in Deutschland einbezogen waren, ergab für Würfe mit 16 bzw. mehr als 18 Ferkeln Mortalitäten von 12 % bzw. mehr als 18 %, während kleinere Würfe konstant Werte unter 12 % aufwiesen (Brandt et al., 2014). Untersuchungen in der Schweiz haben ergeben, dass in Würfen bis zu 13 lebend geborenen Ferkeln, die Anzahl der abgesetzten Ferkel linear mit der Wurfgröße steigt. Bei größeren Würfen erreicht die Kurve ein Plateau, d.h. die Anzahl der abgesetzten Ferkel steigt bei Würfen mit 14 lebend geborenen Ferkeln nur noch mäßig und ab 15 Ferkeln kaum noch an, da die Steigerung der Wurfgröße mit einem Anstieg der Ferkelverluste einhergeht (Weber et al., 2020). Mit steigender Wurfgröße nimmt auch die Rivalität der Ferkel untereinander zu (Andersen et al., 2011; Ocepek et al., 2017a), die wiederum dazu führt, dass die Ferkel längere Zeit am Gesäuge verbringen, die einzelnen Säugephasen kürzer sind und häufiger abgebrochen werden, mehr Ferkel Säugephasen verpassen und mehr Ferkel erdrückt werden oder verhungern (Ocepek et al., 2017a). Ferkel mit geringem Geburtsgewicht verpassen Säugephasen häufiger als normalgewichtige Wurfgeschwister (Weber et al., 2019). Diese Rivalität stört auch die Ausbildung einer stabilen Saugordnung, die üblicherweise innerhalb der ersten 14 Lebenstage abgeschlossen ist. In größeren Würfen bleibt die Säugeordnung auch nach 14 Tagen instabil und die Konkurrenz um die Zitzen bestehen (Hemsworth et al., 1976). Steigende Wurfgrößen sind nicht nur mit steigender Mortalität der lebend geborenen Ferkel assoziiert, sondern gehen – als Folge einer begrenzten Kapazität der Plazenta – auch mit einer steigenden Anzahl totgeborener Ferkel einher (Rootwelt et al., 2012).

2.2.2 *Intrauterine Growth Retardation* (IUGR)

Mit zunehmender Wurfgröße steigt das Risiko einer IUGR (Amdi et al., 2013; Baxter et al., 2008; Campos et al., 2012; Foxcroft et al., 2006; Roehe and Kalm, 2000;

Rootwelt et al., 2013; Staarvik et al., 2019), auch wenn es Hinweise gibt, dass sich die Versorgung der Ferkel über die Plazenta möglicherweise durch einen Anstieg von Anzahl und Dichte der Areolen steigern lässt (König and Kauffold, 2018). Die IUGR ist Folge einer Limitierung der Versorgung der Feten durch die Plazenta, die häufiger bei großen Würfen zu beobachten ist. Darüber hinaus wird IUGR bei Menschen aber auch mit anderen Ursachen als einer Plazentainsuffizienz in Verbindung gebracht (Hendrix and Berghella, 2008). Betroffene Ferkel haben auffällig geformte Köpfe (Delphinkopf), leicht vorstehende Augäpfel sowie ausgeprägte Falten um Rüsselscheibe und Nase (Hales et al., 2013; Hansen et al., 2019; Staarvik et al., 2019). Im Zusammenhang mit der IUGR wird zudem beschrieben, dass der fetale Organismus, als Reaktion auf die Unterversorgung, das Gehirn auf Kosten anderer Organe (*brain sparing* Effekt) entwickelt, was zu einer Veränderung des Verhältnisses von Gehirn- zu Herzmasse zugunsten der Gehirnmasse führt. Eine Mangelsituation kann aber auch den umgekehrten Effekt, die Entwicklung der Organe zuungunsten des Gehirns haben (Amdi et al., 2016; Amdi et al., 2013). Von IUGR betroffene Ferkel haben statistisch signifikant geringere Glykogenspeicher in der Leber und nehmen weniger Kolostrum auf, so dass die Entwicklung des Körpergewichtes wie auch die Blutglukosekonzentration 24 h *post natum* negativ beeinflusst ist (Amdi et al., 2013).

Die Mortalität von Ferkeln, die wenigstens zwei der für IUGR als typisch angesehenen Symptome aufweisen, lag in einer Untersuchung, die 47 betroffene Tiere umfasste, bis zum Absetzen bei 62 %. Der weitausgrößte Teil (83 %) dieser Ferkel verendete innerhalb der ersten zwei Lebenstage (Hansen et al., 2019). Überlebende Ferkel holen in der Gewichtsentwicklung gegenüber den nicht betroffenen Wurfgeschwistern auf und verlieren bis Ende der zweiten Lebenswoche die typischen Veränderungen im Kopfbereich (Williams et al., 2014).

2.2.3 Geburtsgewicht

Das Geburtsgewicht ist eng mit den Energiereserven und den thermoregulatorischen Fähigkeiten assoziiert und wird als der für das Überleben von Ferkeln bedeutendste Faktor angesehen (Muns et al., 2016). Darüber hinaus ist das Geburtsgewicht eng mit der Kolostrumaufnahme assoziiert (Amdi et al., 2013; Ferrari et al., 2014). Entsprechend wird ein deutlicher Anstieg der Mortalität bei abnehmendem Geburtsgewicht in vielen Untersuchungen beschrieben (Baxter et al., 2009; Cabrera et al., 2012; Douglas et al., 2012; Ferrari et al., 2014; Fix et al., 2010; Galiot et al.,

2018; Hales et al., 2013; Milligan et al., 2002; Morton et al., 2019; Muns et al., 2013; Muns et al., 2016; Panzardi et al., 2013; Pedersen et al., 2011; Quiniou et al., 2002; Roehe and Kalm, 2000; Tuchscherer et al., 2000; Vasdal et al., 2011; Wientjes et al., 2013). In zwei Untersuchungen an jeweils mehr als 10.000 Ferkeln der Genetik BHZP (Brandt et al., 2014) und Westhybrid (Freitag and Stalljohann, 2007) wurde gezeigt, dass die Mortalität bei Ferkeln mit einem Geburtsgewicht von 910 bis 1000 g bei 48 % bzw. 33 % liegt und bei Ferkeln mit einem Geburtsgewicht von 610 bis 700 g auf 77 % bzw. 72 % ansteigt (Tab. 6). Eine Mortalitätsrate von annähernd 100 % bei einem Geburtsgewicht unter 600 g wurde auch in anderen Untersuchungen festgestellt (Beaulieu et al., 2010; Pandolfi et al., 2017; Roehe and Kalm, 2000; Wientjes et al., 2013). Für Ferkel mit einem Geburtsgewicht von weniger als 800 g werden Mortalitätsraten von 73 % (Wientjes et al., 2013) bzw. 86 % (Gondret et al., 2005) angegeben. Da die Mortalitätsrate neben dem Geburtsgewicht von weiteren eng (z.B. Wurfgröße) und weniger eng (z.B. Bestand, Umgebungsbedingungen) assoziierten Faktoren beeinflusst wird, kann die Mortalität bei Ferkeln mit einem unterdurchschnittlichen Geburtsgewicht allerdings deutlich variieren. Ein geringes Geburtsgewicht geht mit einem erhöhten Risiko für „Verhungern“ einher (Pandolfi et al., 2017). Neben dem Geburtsgewicht des einzelnen Ferkels hat auch die Variation der Geburtsgewichte innerhalb eines Wurfes Einfluss auf die Mortalität, da Ferkel mit geringerem Geburtsgewicht gegenüber schwereren Wurfgeschwistern beim Kampf um die Zitzen benachteiligt sind (Quiniou et al., 2002; Weber et al., 2019; Wolf et al., 2008).

Die Bedeutung des Geburtsgewichtes für das Überleben der Ferkel geht auch aus einer Untersuchung zur freien Abferkelung hervor. Ferkel, die während der Säugezeit verendeten, hatten ein Geburtsgewicht von 1,12 kg, während die überlebenden Ferkel mit einem durchschnittlichen Gewicht von 1,44 kg geboren wurden (Hales et al., 2011; Hales et al., 2013).

Die Gewichtsentwicklung in den ersten Lebenstagen, die eng mit dem Geburtsgewicht assoziiert ist, lässt ebenfalls einen Zusammenhang mit der Mortalität neonataler Saugferkel erkennen (Fraser, 1990; Quiniou et al., 2002). Ferkel, die innerhalb des ersten Lebenstages mindestens 100 g zunehmen, haben eine statistisch signifikant höhere Überlebensrate als Ferkel deren Gewicht stagniert oder abnimmt (Rootwelt et

al., 2012). Der negative Einfluss eines geringen Geburtsgewichtes bleibt zudem bis zur Schlachtung nachweisbar (Quiniou et al., 2002).

Tab. 6: Saugferkelmortalität in Beziehung zum Geburtsgewicht

Geburtsgewicht (kg)	Saugferkel Mortalität (%) (Brandt et al., 2014)	Saugferkel Mortalität (%) (Freitag and Stalljohann, 2007)
≤ 0,6	91	Keine Angabe
0,7	77	72
0,8	64	56
0,9	57	43
1,0	48	33
1,1	38	25
1,2	33	23
1,3	25	19
1,4	22	15
1,5	18	13
1,6	17	11
1,7	13	9
1,8	15	8
1,9	11	8
2,0	12	5
2,1	12	5
2,2	8	6
2,3	8	6
≥ 2,4	10	4

2.2.4 Geburtsreihenfolge

Die Untersuchungen zum Einfluss der Geburtsreihenfolge auf die Mortalität haben einen Anstieg von 2 % bei den erstgeborenen Ferkel auf 17 % bei den an 13. Stelle oder später geborenen Ferkeln ergeben (Langendijk et al., 2018). Der Anteil totgeborener Ferkel liegt unter den, innerhalb eines Wurfes später geborenen Ferkeln höher und steigt zudem mit längeren Intervallen zwischen der Geburt zweier Ferkel (Pedersen et al., 2011).

2.2.5 Hypoxie

Sauerstoffmangel kann während der Austreibungsphase der Geburt durch eine vorzeitige Ablösung oder wiederholte Kompression der Plazenta sowie eine starke Dehnung oder Ruptur der Nabelschnur entstehen, die alle zu einer Beeinträchtigung der Blutversorgung des Foetus führen (Maffeo, 1990; Muns et al., 2016; Randall, 1972; Rootwelt et al., 2012, 2013). Zudem kann eine fehlerhafte Anwendung von Oxytocin (zu hoch dosiert, in zu kurzen Intervallen appliziert) übermäßige Uteruskontraktionen auslösen und damit ebenfalls eine Hypoxie bedingen (Mota-Rojas et al., 2005). Die Hypoxie ist eng mit einer Beeinträchtigung der Vitalität der neonatalen Ferkel sowie einer temporären Störung der Wärmeproduktion assoziiert (Mellor and Stafford, 2004; Muns et al., 2016). Die Entstehung einer Hypoxie wird von der gesamten Geburtsdauer, dem Zeitintervall zwischen der Geburt zweier Ferkel, der Geburtsreihenfolge sowie dem Alter der Sau beeinflusst. Insgesamt länger andauernde Geburten, längere Abstände zwischen der Geburt zweier Ferkel und eine, innerhalb des Wurfes, spätere Geburt gehen mit einem erhöhten Risiko für eine Hypoxie einher (Herpin et al., 1996; Tuchscherer et al., 2000). Die Geburt dauert bei älteren Sauen sowie größeren Würfen oft länger (Zaleski and Hacker, 1993b).

2.2.6 Vitalität

Die Vitalität eines Ferkels bestimmt das Vermögen, das Gesäuge zu erreichen, eine Zitze – ggf. im Kampf gegen Wurfgeschwister – zu erlangen und Kolostrum/Milch aufzunehmen (Muns et al., 2016; Zaleski and Hacker, 1993b). Die Vitalität neonataler Saugferkel ist eng mit der intrapartal entstandenen Hypoxie assoziiert (Muns et al., 2016). Die systematische Untersuchung der Vitalität von Saugferkeln innerhalb der ersten Lebensminuten wurde in Anlehnung an den in der Humanmedizin etablierten APGAR-Test entwickelt (Randall, 1971). Anhand eines Punktesystems von null bis zwei werden dabei die Parameter Atmung, Puls, Muskeltonus, Stehfähigkeit und Hautfarbe bewertet und die Überlebensfähigkeit anhand der Gesamtpunktzahl als gering, intermediär oder gut eingestuft (Apgar, 1953). Eine Bewertung der Vitalität ist zudem anhand der Sauberkeit der Haut und der Intaktheit der Nabelschnur möglich (Rootwelt et al., 2012, 2013). Hautverschmutzungen mit Mekonium und eine bei der Geburt bereits durchtrennte Nabenschnur geben Hinweise auf eine Asphyxie im

Verlauf der Geburt (Mota-Rojas et al., 2005; Trujillo-Ortega et al., 2011). Ein weiterer klinischer Vitalitätsparameter ist die Zeit, die ein Ferkel nach der Geburt benötigt, um an das Gesäuge zu gelangen bzw. das erste Mal zu saugen. Ferkel, die innerhalb der ersten 10 Tage nach der Geburt verenden, brauchten signifikant länger, um das Gesäuge zu erreichen und zu saugen (Tuchscherer et al., 2000). Die genannten Parameter wurden so oder in modifizierter Form in verschiedenen Untersuchungen zur Bewertung der Vitalität neonataler Saugferkel verwendet (Baxter et al., 2008; Casellas et al., 2004; Herpin et al., 1996; Nuntapaitoon et al., 2018; Panzardi et al., 2013; Revermann et al., 2018; Rootwelt et al., 2013; Santiago et al., 2019). Die Kombination der im APGAR-Test verwendeten Parameter mit den Parametern „Hautverschmutzung mit Mekonium“, „Zustand der Nabelschnur“ und „Zeitspanne zwischen Geburt und erstem Gesäugekontakt bzw. erstem Saugakt“ lassen offenbar eine differenzierte Einschätzung der Überlebensfähigkeit zu (Revermann et al., 2018). Die Vitalität ist zudem eng mit dem Blut-pH und dem Sauerstoffgehalt des Blutes assoziiert (Herpin et al., 1996; Orozco-Gregorio et al., 2008; Zaleski and Hacker, 1993a).

2.2.7 Hypothermie

Ferkel gelten als die kälteempfindlichsten Huftiere, da sie fast haarlos geboren werden und zudem nicht über braunes Fettgewebe verfügen, das zur Wärmeproduktion metabolisiert werden kann (Herpin et al., 2002; Herpin et al., 1996; Muns et al., 2016). Direkt nach der Geburt sind die (nassen) Ferkel üblicherweise einer Reduzierung der Umgebungstemperatur um 15 bis 20°C ausgesetzt, was zu einem deutlichen Abfall der Körpertemperatur innerhalb der ersten 30 Minuten führt (Herpin et al., 2002; Malmkvist et al., 2006; Munsterhjelm et al., 2016; Svendsen and Svendsen, 1997). Die physiologische Körpertemperatur wird bei vitalen Ferkeln binnen 8 bis 24 Stunden *post natum* erreicht, setzt aber eine schnelle und effektive Anpassungsreaktion voraus (Herpin et al., 2002). Die untere kritische Temperatur der thermoneutralen Zone wird für Ferkel mit 34°C angegeben (Alonso-Spilsbury, 2007); unterhalb dieses Wertes sind Ferkel gezwungen, z.B. durch muskuläre Thermogenese (Zittern) zusätzliche Energie zum Erhalt der physiologischen Körperinnentemperatur aufzubringen oder durch Verhaltensanpassung (Aufsuchen des Ferkelnestes, Liegen in engem Kontakt mit den Wurfgeschwistern) den Energieverbrauch zu reduzieren (Malmkvist et al., 2006).

Ferkel mit geringem Geburtsgewicht sind gegenüber normalgewichtigen Tieren benachteiligt, da ihnen für die Thermoregulation aufgrund der geringeren Masse von Leber und Muskulatur absolut weniger Glykogen zur Verfügung steht (Amdi et al., 2013). Zudem beschleunigt bei untergewichtigen Ferkeln die relativ größere Körperoberfläche eine Auskühlung, so dass der Temperaturabfall nach der Geburt deutlich schneller erfolgt als bei schwereren Wurfgeschwistern (Amdi et al., 2016; Herpin et al., 2002; Kammersgaard et al., 2011; Muns et al., 2016; Panzardi et al., 2013). Die Beeinträchtigung der Thermoregulation bei untergewichtigen Ferkeln und die damit assoziierte höhere Mortalität ist in diversen Untersuchungen beschrieben (Kammersgaard et al., 2011; Muns et al., 2013; Panzardi et al., 2013; Pedersen et al., 2011; Vasdal et al., 2011). Die Hypothermie geht bei neugeborenen Ferkeln mit einem deutlich erhöhten Risiko für Erdrücken durch die Sau einher, da unterkühlte Ferkel weniger vital sind und weniger auf die Bewegungen der Sau reagieren (Pedersen et al., 2011).

2.2.8 Kolostrumaufnahme

Da Ferkel bei der Geburt nur über begrenzte Energiereserven verfügen, ist die schnelle Aufnahme ausreichender Mengen des energiereichen Kolostrums für die Thermoregulation und das Überleben unerlässlich (Cabrera et al., 2012; Devillers et al., 2007; Ferrari et al., 2014; Muns et al., 2016). Sauen haben eine *Placenta epitheliochorialis*, so dass Ferkel ohne spezifische Antikörper und Immunzellen geboren werden (Gaskins and Kelly, 1995). Ein (passiver) Schutz vor Infektionen setzt daher die Aufnahme spezifischer Immunglobuline und Immunzellen mit dem Kolostrum voraus. Neben dem Schutz vor Infektionen werden durch das Kolostrum verschiedene Wachstumsfaktoren übertragen, die für Differenzierung und Reifung der Darmzellen von Bedeutung sind (Muns et al., 2016). Die (kontinuierliche) Sekretion von Kolostrum ist zeitlich eng auf 12 bis 24h nach der Geburt begrenzt (Quesnel et al., 2012). Immunglobulin G, als wichtigster bioaktiver Bestandteil des Kolostrums ist nur während der ersten Stunden während/nach der Geburt in hohen Konzentrationen im Kolostrum enthalten und geht binnen 24 Stunden deutlich zurück (Devillers et al., 2011).

Die Kolostrumaufnahme von Ferkeln ist mit dem Geburtsgewicht (Baxter et al., 2008; Ferrari et al., 2014), wie auch dem Zuwachs in den ersten Lebenstagen assoziiert

(Decaluwé et al., 2014). Ein weiterer Faktor, der Einfluss auf die Kolostrumversorgung nimmt, ist die Wurfgröße, die wiederum eng mit der Geburtsdauer assoziiert ist (Andersen et al., 2011; Decaluwé et al., 2014; Zaleski and Hacker, 1993b). Da die Kolostrumproduktion der Sau unabhängig von der Wurfgröße ist, steht dem einzelnen Ferkel bei großen Würfen weniger Kolostrum zur Verfügung (Decaluwe et al., 2013; Declerck et al., 2017; Devillers et al., 2007; Foisnet et al., 2010). Im Fall von länger andauernden Geburten sind spät gegenüber früh geborenen Ferkeln bei der Kolostrumaufnahme, insbesondere aber auch bei der Aufnahme der Immunglobuline und Immunzellen im Nachteil (Rootwelt et al., 2012). Neben einer primär vom Ferkel ausgehenden, unzureichenden Kolostrumaufnahme, ist auch eine mangelnde Kolostrumproduktion durch die Sau in Erwägung zu ziehen. Ursächlich können z.B. das Postpartale Dysgalaktie Syndrom (PPDS, syn. MMA), Mängel in der Fütterung und geburts- oder krankheitsbedingte Schmerzzustände die Säugeleistung beeinträchtigen (Farmer and Quesnel, 2009; Muns et al., 2016; Reiner, 2015; Rutherford et al., 2013). Vermutungen, dass Jungsauen weniger energie- oder immunglobulinhaltiges Kolostrum produzieren (Muns et al., 2016), haben sich nicht bestätigt (Craig et al., 2019). Allerdings produzieren Altsauen mengenmäßig mehr Kolostrum als Jungsauen (Devillers et al., 2007; Ferrari et al., 2014); die Variation der Kolostrumproduktion ist mit 2,5 bis 5,0 kg pro Sau, auch innerhalb der Herden sehr hoch (Muns et al., 2016). Die Kolostrumaufnahme wird bei einer Menge von 200 g pro Ferkel als ausreichend und bei 250 bis 300 g als optimal bewertet (Quesnel et al., 2012; Ferrari et al., 2014). Die optimale Versorgung (250 g/Ferkel) eines Wurfes mit 17,2 lebend geborenen Ferkeln (Durchschnitteswert Dänemark, 2018) setzt – unter der Voraussetzung, dass alle Ferkel die gleiche Menge Kolostrum aufnehmen – eine Kolostrumproduktion von mindestens 4,3 kg voraus. Dieser Wert dürfte unter Praxisbedingungen häufig nicht erreicht werden. Die Einschätzung berücksichtigt auch, dass ein Durchschnittswert von 17,2 lebend geborenen Ferkeln pro Wurf bedeutet, dass in der Praxis regelmäßig Würfe mit mehr als 20 lebend geborenen Ferkeln vorkommen. Eine unzureichende Kolostrumaufnahme führt dazu, dass sich die Ferkel länger in direkter Nähe zur Sau aufhalten, wegen des Nahrungsmangels lethargisch werden und aufgrund des längeren Aufenthalts in der Umgebung der Sau schneller auskühlen. Damit sind sie insgesamt einem höheren Risiko ausgesetzt, erdrückt zu werden (Edwards, 2002; Weary et al., 1996).

2.2.9 Erdrücken

Das Risiko für ein Ferkel durch die Sau erdrückt zu werden, steigt mit der Wurfgröße (Pandolfi et al., 2017; Weary et al., 1998) und ist negativ mit dem Geburtsgewicht (Melišová et al., 2011; Weary et al., 1998) sowie positiv mit dem Alter der Sau korreliert, wobei letzteres wiederum einen Zusammenhang mit größeren Würfen aufweist (Weary et al., 1998). Ferkel in Würfen von Jungsauen und Sauen mit dem zweiten Wurf haben ein geringeres Risiko erdrückt zu werden, als Ferkel von Sauen mit dem 3. bis 5. Wurf (Pandolfi et al., 2017). Dieser Zusammenhang ist auch in anderen Untersuchungen festgestellt worden (Kilbride et al., 2012). Verluste durch Erdrücken sind zudem nicht gleichmäßig über die Würfe verteilt, sondern kommen gehäuft in einzelnen Würfen vor (Grimberg-Henrici et al., 2019; Nicolaisen et al., 2019; Pandolfi et al., 2017; Verhovsek et al., 2007). Das Erdrücken durch die Sau gilt – mit Werten zwischen 56 und 75 % – als häufigste (finale)Todesursache (Andersen et al., 2011; Hales et al., 2013; Kielland et al., 2018; Marchant et al., 2000; Strange et al., 2013). Als Risiko für das Erdrücken sind Faktoren wie Hypoxie und Hypothermie bekannt (Baxter and Edwards, 2018; Muns et al., 2016). In Würfen mit totgeborenen und wenig vitalen Ferkeln steigen die Verluste durch Erdrücken und Verhungern (Strange et al., 2013). Es werden teils aber auch normal entwickelte, vitale Ferkel von der Sau erdrückt (Andersen et al., 2005; Kielland et al., 2018; Kilbride et al., 2012; Weary et al., 1998). Als Risikofaktoren für Erdrücken, die nicht auf eine grundlegende Erkrankung des Saugferkels zurückführen sind, werden bei der Sau das Verhalten (Reaktivität gegenüber den Ferkeln; Abliegeverhalten), Lahmheiten, Schmerzen während/infolge der Geburt, fieberhafte Erkrankungen (PPDS) sowie unzureichende Trittsicherheit des Bodens und Mängel in der Gestaltung der Bucht genannt (Ahlström et al., 2002; Andersen et al., 2005; Backstrom, 1973; Baxter et al., 2011b; Grandjot, 2007; Heinonen et al., 2013; Kirkden et al., 2013; Mainau and Manteca, 2011; Pluym et al., 2013; Sala et al., 2019; Wechsler and Hegglin, 1997). Neben dem Alter der Sau (Weary et al., 1998), das mit der Körpergröße und der Beweglichkeit assoziiert ist, hat auch die Körperkondition einen Einfluss auf die Aufzuchtleistung. Eine gute bis sehr gute (fette) Körperkondition der Sau ist, insbesondere bei hohen Stalltemperaturen und Platzmangel, mit erhöhten Ferkelverlusten assoziiert (Verhovsek et al., 2007).

Erdrücken während des Abliegens der Sau und beim sogenannten *rolling*, dem Wechsel von der Bauch- in Seitenlage (Damm et al., 2005; Danholt et al., 2011), ist

zumindest teilweise durch eine genetische Selektion zu beeinflussen. Dabei sind Sauen zu bevorzugen, die intensivere Nestbauaktivität und eine höhere Reaktivität gegenüber ihren Ferkeln zeigen (Ocepek et al., 2017b; Vangen et al., 2005). Verluste durch Erdrücken kommen bei Sauen mit Lahmheiten häufiger vor (Grandjot, 2007; Sala et al., 2019).

2.2.10 Verhungern

Das Risiko zu verhungern ist besonders mit Hypoxie und einem geringeren Geburtsgewicht assoziiert, die beide zu einer beeinträchtigten Vitalität führen (Muns et al., 2016). Ferkel in Würfen von jungen Sauen (1./2. Wurf) sind häufiger betroffen als Ferkel von älteren Sauen (Pandolfi et al., 2017). Verhungern, ist nach Erdrücken, die häufigste direkte Todesursache bei neugeborenen Ferkeln (Kielland et al., 2018).

2.2.11 Infektionskrankheiten

Der Anteil an Infektionskrankheiten, die ursächlich zum Verenden von Saugferkeln führen, werden in einer älteren, in den USA durchgeführten Untersuchung mit 8 bis 12 % angegeben (Vaillancourt et al., 1990). Die als todesursächlich ermittelten Infektionen führten in der Vergangenheit (Untersuchung von 1991) häufig zu Diarrhoen und Atemwegserkrankungen (Christensen and Svensmark, 1997). In einer aktuellen Untersuchung wurde im Zusammenhang mit Infektionskrankheiten, die zum Tod von Saugferkeln führten, hauptsächlich *Escherichia coli* nachgewiesen. Ferkel, die an Infektionskrankheiten verendeten, waren im Mittel 9 Tage alt (Kielland et al., 2018). Für die Prophylaxe der meisten, bei Saugferkeln relevanten Infektionskrankheiten stehen zugelassene kommerzielle Impfstoffe zur sogenannten „Muttertiervakzination“ zur Verfügung, die bei Bedarf durch bestandsspezifische Impfstoffe ergänzt werden können. Infektionskrankheiten bei Saugferkeln kann somit effektiv durch eine angemessene Immunisierung der Sauen und im Fall von *Isospora suis* durch eine rechtzeitige Behandlung der Ferkel vorgebeugt werden. Führen Infektionskrankheiten trotz Muttertiervakzination zu Erkrankungen und Verlusten bei den Saugferkeln, ist unbedingt die Kolostrumversorgung der Ferkel zu prüfen, da die Entstehung von

Infektionskrankheiten in der neonatalen Phase eng mit Beeinträchtigungen der maternal übertragenen Immunität assoziiert ist (Mellor and Stafford, 2004).

3 Sau

Die Weiterentwicklung von Haltungs- und Managementsystemen, in denen Wohlbefinden und Leistung von Sauen und Saugferkeln optimiert sind, setzt voraus, dass die Grundzüge der Biologie von Schweinen, ihre Verhaltensmuster und Physiologie berücksichtigt werden (Baxter et al., 2018a). Verhaltensstudien an Wildschweinen und Hausschweinen, die unter natürlichen oder semi-natürlichen Bedingungen gehalten wurden, haben gezeigt, dass die grundsätzlichen Verhaltensweisen über die bereits mehrere tausend Jahre andauernde Domestikation und die über Jahrzehnte erfolgte intensive züchterische Selektion erhalten geblieben sind – auch wenn sie funktional teils nicht mehr notwendig sind (Baxter et al., 2018a). Wenige Verhaltensweisen haben sich zwar in der Intensität und Dauer der Ausführung geändert (Gustafsson et al., 1999), es sind aber keine Verhaltensweisen entfallen oder neu entwickelt worden (Price, 1999).

Die Aufzuchtleistung von Sauen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, zu denen die Ausübung relevanter Verhaltensweisen, aber auch bestimmte intrinsische Eigenschaften gehören, wie z.B. Genetik, Alter, Bewegungsmuster, Form des Gesäuges, Temperament, Gesundheitszustand und ihre Erfahrungen mit der Abferkelbucht (Baxter et al., 2018b). Die Bedeutung dieser Verhaltensweisen und Eigenschaften für die Aufzucht der Ferkel wird nachfolgend im Detail erläutert.

3.1 Bedürfnisse von Sauen während Geburtsvorbereitung, Geburt und Laktation

Ein zentrales Anliegen der Befürworter der freien Abferkelung ist, den Sauen während der Geburtsvorbereitung eine weitgehend ungestörte Ausübung des Nestbauverhaltens zu ermöglichen. Die möglichst ungestörte Ausübung des Nestbauverhaltens setzt ausreichend Raum zu freien Bewegung und die Verfügbarkeit von geeignetem Nestbaumaterial voraus. Außerdem soll den Sauen die Möglichkeit

gegeben werden, eine Trennung zwischen Liege- und Eliminationsbereich vorzunehmen.

3.1.1 Nestbauverhalten zur Geburtsvorbereitung

Sauen zeigen direkt vor Geburtsbeginn eine sehr ausgeprägte Motivation, das Nestbauverhalten auszuüben (Jensen, 1986; Jensen et al., 1993; Wischner et al., 2009). Das Nestbauverhalten, das zur Geburtsvorbereitung gehört, setzt etwa 24 bis18 Stunden vor der Geburt ein und erreicht den Höhepunkt der Bewegungsaktivität zwischen 12 und 4 Stunden vor der Geburt des ersten Ferkels (Castrén et al., 1993; Damm et al., 2003a; Damm et al., 2003b; Haskell et al., 1997; Illmann et al., 2016; Küster et al., 2020; Oliviero et al., 2008; Pastell et al., 2016; Thompson et al., 2019; Widowski and Curtis, 1990).

3.1.1.1 Nestbauverhalten bei freier Bewegung und Verfügbarkeit von natürlichem Material

Unter natürlichen Bedingungen separieren sich hochtragende Sauen während der Phase der Geburtsvorbereitung von der Gruppe, um einen geeigneten Platz zum Nestbau zu suchen. Dabei können Entfernungen von vielen Kilometern zurückgelegt werden (Baxter et al., 2018a). Sauen, die in Buchten zur freien Abferkelung gehalten werden, legen in dieser Zeit – auch in dem begrenzten Raum – Strecken bis zu 30 km zurück (Baxter et al., 2011b; Jensen, 1986). Sauen, die zur Abferkelung in Kastenständen fixiert werden, bewegen sich – auch abgesehen von der fehlenden Möglichkeit der Vorwärtsbewegung – vor der Geburt insgesamt weniger als Sauen in Buchten zur freien Abferkelung (Pastell et al., 2016). Der Nestbau dient dem Schutz der Ferkel vor klimatischen Einflüssen und Prädatoren sowie zur Unterstützung der Sau-Ferkel-Erkennung und Sau-Ferkel-Bindung (Wischner et al., 2009). Das Verhalten – Suchen einer geeigneten Lokalisation, Scharren und Wühlen zur Vertiefung des Bodens, Sammeln und Verwendung von pflanzlichem Material zur Auspolsterung und Abdeckung – ist bei Sauen domestizierter Rassen dem von Wildschweinen sehr ähnlich, sofern geeignetes Material verfügbar ist (Jensen, 1986; Jensen et al., 1993). Die Bedürfnisse von Sauen in der Geburtsvorbereitungsphase sowie ihre Fähigkeiten zur Versorgung der Ferkel haben sich durch die Domestikation nicht wesentlich verändert (Gustafsson et al., 1999). Mutmaßungen, dass Sauen das

Nestbauverhalten mit zunehmender Domestikation verloren haben und daher die für das Nestbauverhalten benötigten Bedingungen nicht mehr benötigen, haben sich nicht bestätigt (Algers, 2011). Das Nestbauverhalten wird, unabhängig von der Haltungsform, hormonell induziert, ist aber in der Ausprägung sehr deutlich von den äußeren Bedingungen, zu denen die Haltungsform gehört, beeinflusst (Algers and Uvnas-Moberg, 2007; Castrén et al., 1993; Damm et al., 2002; Vontobel et al., 2018). Die Verfügbarkeit von passendem Nestbaumaterial unterstützt die Ausprägung des Verhaltens (Cronin et al., 1994; Damm et al., 2003b; Hansen et al., 2017; Terlouw et al., 1991).

Das Nestbauverhalten wird aber nicht nur von der Verfügbarkeit geeigneten Materials, sondern ganz wesentlich auch von ausreichendem Platz für Bewegung beeinflusst, wie vergleichende Untersuchungen an Sauen gezeigt haben, denen in Buchten zur freien Abferkelung resp. Kastenständen jeweils größere Mengen Stroh zur Verfügung standen (Andersen et al., 2014). Die Gabe von Stroh an Sauen in Kastenständen konnte das Fehlen der Bewegung nicht kompensieren, so dass Sauen in Kastenständen trotz Verfügbarkeit von Stroh mehr Frustration und Unruhe zeigten als nicht fixierte Sauen in Buchten zur freien Abferkelung (Andersen et al., 2014). Das Nestbauverhalten geht mit einem deutlichen Anstieg der Bewegungen „Gehen“, „Drehen“ und „Stehen“ einher (Koller et al., 2014), wie auch in diversen anderen Untersuchungen festgestellt wurde (Arey et al., 1991; Jensen, 1986; Stolba and Wood-Gush, 1984; Thodberg et al., 1999; Vontobel et al., 2018). Vergleichende Untersuchungen haben gezeigt, dass das Nestbauverhalten bei Sauen in Buchten zur freien Abferkelung früher beginnt, intensiver durchgeführt wird und zudem länger dauert als in Kastenständen (Damm et al., 2003a; Thodberg et al., 2002a).

3.1.1.2 Nestbaumaterial

Die Ausführung des komplexen Nestbauverhaltens ist von der Verfügbarkeit und Eignung des Material abhängig (Yun et al., 2013). Auf das Fehlen von Nestbaumaterial reagieren Sauen häufig mit Stereotypien, wie Stangenbeißen und Leerkauen (Yun et al., 2015), aber auch ungeeignetes Material kann zu einer Belastung der Sauen führen. Die Manipulation der Einrichtung einer Bucht, zu der auch das Beißen in Stangen gehören kann, ist – solange das Verhalten nicht länger und gleichförmig gezeigt wird – der Erkundung des Platzes für den Nestbau zuzuordnen (Vontobel et al., 2018; Wischner et al., 2009). Geeignetes Nestbaumaterial muss von der Sau durch

Scharren, Wühlen und Tragen zu bearbeiten sein (Weber, 2011). Die Gabe von langstieligem Stroh vor der Geburt induziert längere Wühl- und Nestbauphasen und eine intensivere Beschäftigung mit dem Material (Thodberg et al., 1999). Langstieliges Stroh hat gegenüber Torf und insbesondere Hobelspäne den Vorteil, dass die Sauen mehr und variantenreicheres Nestbauverhalten und *ante partum* weniger Stereotypien zeigen (Rosvold and Andersen, 2019; Rosvold et al., 2018). Die Ergebnisse (Rosvold et al., 2018) zeigen zudem, dass Material, wie langstieliges Stroh, das von den Sauen gesammelt und im Maul getragen werden kann, nicht einfach durch anderes Material (Torf, Hobelspäne) ersetzt werden kann, das wegen der besseren Kompatibilität mit der Fließfähigkeit von Gülle getestet worden war. In Kastenständen fixierten Sauen, denen als Nestbaumaterial Stroh und ein Stück Stoff mit Knoten zur Verfügung stand, bevorzugten die Beschäftigung mit Stroh und beschäftigten sich auch länger damit (Widowski and Curtis, 1990). Daher sollte auch die Eignung von Jutesäcken, die für den Einsatz in Abferkelbuchten mit Vollspaltenboden angeboten werden, kritisch geprüft werden. Eine vergleichende Untersuchung an Sauen, denen je zwei Jutesäcke, zwei mit je 60 Gramm Stroh gefüllte Bälle von 12 cm Durchmesser und ein Seil oder ausschließlich ein Seil als Nestbaumaterial zur Verfügung standen, nahmen das Material zwar gut an, ein positiver Effekt auf die Anzahl lebend oder totgeborener Ferkel oder die Geburtsdauer war aber nicht festzustellen (Bolhuis et al., 2018). Da schon Kurzstroh, Torf und Hobel- oder Sägespäne für das Nestbauverhalten nicht den gleichen Effekt wie Langstroh haben (Rosvold and Andersen, 2019), ist nicht davon auszugehen, dass Jutesäcke ein gleichwertiger Ersatz für langstieliges, leicht manipulierbares Material sind. Für die Befriedigung des Nestbauverhaltens wird ab 24 h vor der erwarteten Geburt der freie Zugang zu 2 kg langstieligem Stroh empfohlen (Baxter et al., 2018a), das Material muss bei späterem Geburtsbeginn ggf. aufgefüllt werden.

3.1.1.3 Bedeutung des Nestbauverhaltens für den Geburtsablauf und die Sau-Ferkel Interaktion

Untersuchungen zur freien Abferkelung haben gezeigt, dass Ferkelverluste mit dem Verhalten der Sau und das maternale Verhalten wiederum mit der Möglichkeit zum Nestbau assoziiert sind (Andersen et al., 2005; Cronin and van Amerongen, 1991; Melišová et al., 2011; Yun et al., 2014a). Die Ausübung des Nestbauverhaltens kann somit positive Effekte auf die Ausprägung des maternalen Verhaltens haben. In

vergleichenden Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass Sauen, die keine Verluste durch das Erdrücken von Ferkeln verursachten, intensiveres Nestbauverhalten gezeigt hatten als Sauen, die Ferkel erdrückt haben (Andersen et al., 2005; Ocepek and Andersen, 2017). Die positiven Effekte des Nestbaus auf das maternale Verhalten sind u.a. mit besseren Reaktionen auf Stress-Lautäußerungen der Ferkel, intensiverer Bindung und positiven Interaktionen (Nase-zu-Nase-Kontakt) zwischen Sau und Ferkeln sowie besserem Säugeverhalten assoziiert (Andersen et al., 2005; Arey et al., 1991; Cronin and Smith, 1992a; Cronin and van Amerongen, 1991; Damm et al., 2003b; Herskin et al., 1998; Jensen et al., 1993; Ocepek et al., 2017b; Pedersen et al., 2003; Rosvold et al., 2019; Yun et al., 2014a; Yun et al., 2013). Die Assoziation von längerer Nestbau-Aktivität und höherer Nestbau-Intensität mit einem reduzierten Risiko für Ferkelverluste durch Erdrücken ist in verschiedenen Untersuchungen festgestellt worden (Andersen et al., 2005; Andersen et al., 2014; Cronin and van Amerongen, 1991; Pedersen et al., 2006; Wischner et al., 2009). Höhere Nestbau-Aktivitäten durch die Gabe von organischen Materialien bei Sauen in freier Abferkelung sind zudem mit einer höheren Oxytocin-Konzentration im Blut der Sau (Yun et al., 2013; Yun et al., 2014b) und höherer Milchaufnahme, gemessen am IgG Gehalt, bei den Ferkeln verbunden (Yun et al., 2015; Yun et al., 2014b). Sauen, denen im Kastenstand auf planbefestigtem Boden eine größere Menge Nestbaumaterial (5 cm Schicht Torf, 1 kg Stroh, Äste) angeboten wurde, unterschieden sich hinsichtlich der Oxytocin-Werte nicht von Sauen, denen ebenfalls größere Mengen Nestbaumaterial in Buchten zur freien Abferkelung angeboten wurden (Damm et al., 2002).

In verschiedenen Untersuchungen konnte zudem ein Einfluss der Form, in der das Nestbauverhalten ausgeübt werden konnte, auf die Geburtsdauer festgestellt werden; bei Sauen in freier Abferkelung dauern Geburten weniger lange als bei Sauen, die in Kastenständen untergebracht sind (Gu et al., 2011; Oliviero et al., 2008; Oliviero et al., 2010; Thodberg et al., 2002a, b; Verhovsek et al., 2007). Eine längere Geburtsdauer ist in vielen Untersuchungen mit einer erhöhten Totgeburtenrate assoziiert (Arey et al., 1992; Gu et al., 2011; Oliviero et al., 2008; Oliviero et al., 2010). Sauen, denen als Nestbaumaterial Stroh zur Verfügung gestellt wurde, hatten eine kürzere Geburtsdauer und weniger totgeborene Ferkel als Sauen, die Zugang zu Hobelspäne oder Torf hatten (Rosvold and Andersen, 2019). Die Gabe von langstieligem Weizenstroh (1 kg/Tag) über eine Strohraufe und eine Fixierung der Sauen in

Bewegungsbuchten, die anders als bei Kastenstandhaltung üblich, erst 48h vor dem erwarteten Geburtstermin erfolgte, hatte allerdings keinen negativen Einfluss auf die Geburtsdauer (Hansen et al., 2017). Die Autoren schlussfolgern, dass eine Fixierung – erst kurz vor der Geburt – die Geburtsdauer bei Verfügbarkeit von ausreichend passendem Nestbaumaterial nicht negativ beeinflusst.

Die Unterdrückung des Nestbauverhaltens durch die Fixierung im Kastenstand führt zu Stress, Frustration, Stereotypien, wie z.B. das Stangenbeißen oder Leerkauen (Damm et al., 2003a; Damm et al., 2003b), und einer Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren (HPA)-Achsen, die wiederum zum Anstieg des Blut-Cortisol-Gehaltes führen kann (Lawrence et al., 1994). Die Stressreaktion hemmt die Freisetzung von Oxytocin (Oliviero et al., 2008) während der Geburtsvorbereitung und führt damit zu längeren Geburten (Thodberg et al., 2002a; Thodberg et al., 1999). Im Fall einer Unterbringung in Kastenständen zeigt die Sau anstelle des typischen Nestbauverhaltens gegen die Einrichtung (Kastenstand, Futtertrog, Tränke) gerichtetes Verhalten und Scharren auf dem Boden (Lawrence et al., 1994).

3.1.2 Eliminationsverhalten

Unter semi-natürlichen Bedingungen wie auch in sogenannten get-away Buchten, die es den Sauen erlauben, die Abferkelbucht frei zu verlassen, setzen Sauen Kot und Harn in einiger Entfernung zum Liegebereich/Ferkelnest ab (Pajor et al., 2000; Stolba and Wood-Gush, 1989). Schweine sind generell bestrebt, Kot und Harn außerhalb des Liegebereiches und möglichst auch nicht direkt am Futtertrog abzusetzen (Pajor et al., 2000; Salomon et al., 2007; Simonsen, 1990). Dabei wird das Eliminationsverhalten aber von verschiedenen Faktoren, wie Temperatur, Temperaturgradienten im Raum, Erfahrung, Struktur der Bucht und Belegungsdichte beeinflusst (Aarnink et al., 2006; Damm and Pedersen, 2010; Hacker et al., 1994; Randall et al., 1983).

3.1.3 Ernährung

Der zeitlich unbegrenzte und uneingeschränkte Zugang zu qualitativ unbeeinträchtigtem Wasser sowie der Zugang zu qualitativ und quantitativ angemessenem Futter gehören zu den essentiellen Grundbedürfnissen von Sauen.

Die Ernährung der Sau während der Trächtigkeit und der peripartalen Phase nimmt Einfluss auf die Entwicklung der Feten, die Kolostrumproduktion, den Geburtsverlauf und das Geburtsgewicht der Ferkel (Campos et al., 2012; De Vos et al., 2014). In der Ernährung tragender Jungsauen ist außerdem darauf zu achten, dass nicht nur die Entwicklung der Feten, sondern auch das noch nicht abgeschlossene eigene Wachstum der Tiere angemessen berücksichtigt wird. Hinsichtlich der sehr komplexen bedarfsgerechten Ernährung tragender und laktierender Sauen wird auf die einschlägigen Lehrbücher zur Tierernährung sowie wissenschaftliche Publikationen verwiesen.

3.2 Einfluss der Sau auf die Aufzuchtleistung

3.2.1 Rasse / Genetik

Die Domestikation, der Prozess in dem sich Tiere an den engen Kontakt zu Menschen und den begrenzten Lebensraum adaptieren, geht mit genetischen Veränderungen einher, die sich aus dem Selektionsdruck zugunsten der Adaption und gezielter züchterischer Selektion ergeben (Price, 1999). Hausschweine der aktuell verbreiteten Rassen/Genetik unterscheiden sich zwar in ihren grundsätzlichen Verhaltensmustern nicht von alten Rassen und Wildschweinen, haben sich durch Selektion aber z.B. hinsichtlich der Leistung anders entwickelt. Einseitige Selektion auf Leistung kann die Ausprägung anderer, für die Gesundheit oder Kondition der Tiere wichtige Merkmale beeinträchtigen (Baxter et al., 2018a). Die Selektion auf höheren Zuwachs bei gleichzeitiger Selektion auf höhere Magerfleischanteile hat dazu geführt, dass nicht nur Mast- sondern auch Zuchtschweine schneller wachsen, insgesamt größer werden und dabei weniger subkutanes und intramuskuläres Fett haben (Edwards et al., 1988; Moustsen et al., 2011b). Gleichzeitig werden Zuchtschweine auf größere Würfe selektiert, die möglichst auch schwere und vitale Ferkel haben sollen (Ocepek et al., 2016). Den Sauen wird dadurch zunehmend bereits in einem jungen Alter eine erhebliche Leistung abverlangt (Andersen et al., 2011). Die Selektion auf Hochleistung bei Jungsauen, hat dazu geführt, dass diese Sauen in einer Zeit, in der sie selbst noch wachsen, bereits einen erheblichen Teil ihrer Kapazitäten für den ersten Wurf aufwenden müssen (Ocepek et al., 2016), was z.B. in Norwegen dazu geführt hat, dass etwa 30 % der Sauen nach dem ersten Wurf geschlachtet werden (Thingnes et

al., 2014). Als Ursache wird diskutiert, dass Jungsauen nicht genug Futter aufnehmen können, um den eigenen Bedarf und den ihrer Ferkel zu decken, so dass eine mäßige Körperkondition und damit häufig einhergehende Schulterulzera zur Beeinträchtigung des Wohlbefindens führen können (Ocepek et al., 2016).

Das schnellere Wachstum und die zunehmende Größe ausgewachsener Sauen geht nicht nur mit einem höheren Nährstoffbedarf für die Erhaltung, sondern auch mit einem höheren Platzbedarf einher (Baxter et al., 2018a). Eine neuere Untersuchung zu Maßen und Gewicht von Sauen einer modernen, hyperproliferativen Genetik zeigt, dass diese Sauen 50 % schwerer sind als gleichalte Sauen 30 Jahre zuvor (Moustsen et al., 2011b). Die zunehmende Körpergröße von Sauen ist wahrscheinlich mit Schwierigkeiten verbunden, den Köper in einem beengten Raum zu bewegen und das Abliegen langsam und vorsichtig durchzuführen (Edwards, 2018). Die Fortsetzung der Zucht auf größere Schweine sollte bei der Planung des Platzbedarfes für Sauen vorausschauend berücksichtigt werden.

Die Aufzuchtleistung von Sauen weist in Bezug auf die Ferkelmortalität große Unterschiede zwischen Würfen auf, die zum Teil mit dem individuellen maternalen Verhalten erklärt werden können (Ahlström et al., 2002; Andersen et al., 2005; Wechsler and Hegglin, 1997). Während der Analyse von Ferkelverlusten durch Erdrücken fällt ebenfalls auf, dass ein erheblicher Teil der erdrückten Ferkel oft nur wenigen Würfen zuzuordnen ist (Kielland et al., 2018; Nicolaisen et al., 2019; Verhovsek et al., 2007; Weber, 2000; Wechsler and Hegglin, 1997). Sauen, die keine oder nur wenige Ferkel erdrücken, legen sich langsamer ab (Burri et al., 2009) und nehmen beim Abliegen intensiver Kontakt mit ihren Ferkeln auf (Andersen et al., 2005). Außerdem sind diese Sauen während der letzten Stunden vor der Geburt und der frühen Säugephase weniger aktiv (Andersen et al., 2005; Illmann et al., 2016). Um die Aufzuchtleistung von Sauen zu verbessern, wird vorgeschlagen, in der Zucht auf ruhiges Verhalten in Kombination mit vorsichtigem Umgang mit den Ferkeln, verbessertes Säugeverhalten und höhere Qualität des Kolostrums zu selektieren (Baxter et al., 2018b; Ocepek and Andersen, 2017). Die Heritabilität des Säugeverhaltens wird auf 0,1 geschätzt und das Merkmal trotz der eher geringen Heritabilität als erfolgversprechend für eine genetische Selektion bewertet (Stratz et al., 2016). Unterschiede im maternalen Verhalten beim Vergleich von Sauen verschiedener Rassen lassen ebenfalls auf einen Einfluss der Genetik schließen (Cui

et al., 2011). Die Heritabilität für das Merkmal „Erdrücken von Ferkeln“ wird auf 0,03 bis 0,06 geschätzt (Gäde et al., 2008; Grandinson et al., 2005). Merkmale mit derart geringer Heritabilität lassen sich durch die signifikant verbesserten Möglichkeiten große und komplexe Datenmengen zu prozessieren, anders als früher, züchterisch bearbeiten; schnelle Zuchterfolge sind dabei aber nicht zu erwarten. Züchterische Maßnahmen können grundsätzlich durch Selektion der Sauen- wie auch der Eberlinien erfolgen.

3.2.2 Alter

Das Alter von Sauen wird in altersbezogenen Auswertungen üblicherweise anhand der Parität gemessen, d.h. der Anzahl Würfe, die eine Sau zum Zeitpunkt der Datenerhebung hatte.

In vielen Untersuchungen ist die Gesamtmortalität in Würfen von Altsauen höher als in denen von Jungsauen (Borges et al., 2005; Hales et al., 2014; Lucia et al., 2002; Olsson et al., 2018; Pandolfi et al., 2017), während in einzelnen Untersuchungen bei Würfen von Jungsauen höhere Mortalitätsraten festgestellt wurden (Craig et al., 2019; Muns et al., 2016). In Untersuchungen, die allein auf den Anteil totgeborener Ferkel fokussiert waren, wurden höhere Mortalitätsraten für Würfe von Jungsauen als für Sauen mit dem zweiten Wurf sowie ein Anstieg der Mortalität bei älteren Sauen festgestellt (Bhattarai et al., 2018; Leenhouwers, 1999). Neben dem Alter der Sau ist zu berücksichtigen, dass auch die Wurfgröße, die ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Mortalität hat, und damit einhergehend die Geburtsdauer mit zunehmendem Alter der Sau steigen (Baxter et al., 2018b). Darüber hinaus kann auch die zunehmende Körpergröße älterer Sauen und die damit assoziierte Einschränkung der Beweglichkeit bei einem restriktiven Platzangebot unter den Bedingungen der freien Abferkelung zu vermehrten Ferkelverlusten beitragen (Edwards, 2018). Jüngere Sauen kommen mit den Bedingungen der freien Abferkelung und in Bewegungsbuchten offenbar besser zurecht als ältere Sauen (Edwards, 2018)

3.2.3 Geburtsdauer

Der Einfluss der Geburtsdauer auf die Mortalität neonataler Ferkel ist bereits in den Kapiteln 2.2.1, 2.2.2 und 2.2.3 beschrieben und wird nochmals in Kapitel 3.1.1.3 thematisiert. Die Geburtsdauer soll trotzdem an dieser Stelle erwähnt werden, um die stichwortartige Suche nach Informationen zu erleichtern. Ein Anstieg der gesamten Geburtsdauer wie auch des Zeitintervalls zwischen der Geburt von zwei Ferkeln erhöhen das Risiko für eine Hypoxie und das Verenden von Ferkeln (Muns et al., 2016). In Untersuchungen zur Geburtsdauer wurde festgestellt, dass Sauen mit einer längeren Geburt bereits für die Geburt des ersten Ferkels mehr Zeit benötigen. Dieser Befund gibt Hinweise, dass eine längere Geburtsdauer nicht – wie häufig vermutet – auf eine Ermüdung der Sau im Verlauf der Geburt zurückzuführen ist, sondern Folge einer Störung ist, die im Zeitraum vor der Geburt entstanden ist (Langendijk et al., 2018). Die Feststellung, dass Geburten bei älteren Sauen länger dauern als bei Jungsauen (Muns et al., 2016; Zaleski and Hacker, 1993b), könnte demnach auch weniger auf Ermüdung als auf andere Ursachen zurückgeführt werden. Als mögliche vorgeburtliche Störfaktoren kommen z.B. Fehler in der Fütterung resp. Mineralstoffversorgung in Betracht. Außerdem lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Anzahl totgeborener Ferkel und verschiedenen hämatologischen Parametern (u.a. Hämoglobingehalt (Hb), mittleres korpuskuläres Hämoglobin (MCH)) der Sau herstellen (Bhattarai et al., 2018). Eine Störung der Oxytocinsekretion bei Sauen, die keine Möglichkeit hatten, das Nestbauverhalten zu befriedigen (Oliviero et al., 2008), kommt als Ursache für länger dauernde Geburten ebenfalls in Betracht (Langendijk et al., 2018).

In verschiedenen Untersuchungen zur freien Abferkelung, bei der die Sauen ausreichend Platz zur Bewegung hatten und das Nestbauverhalten zeigen konnten, liefen die Geburten schneller ab, als bei Sauen im Kastenstand (Gu et al., 2011; Oliviero et al., 2008; Oliviero et al., 2010; Thodberg et al., 2002a; Verhovsek et al., 2007). In einer Untersuchung in Bewegungsbuchten, in der hyperproliferative Sauen einen Tag vor der erwarteten Geburt fixiert oder nicht fixiert wurden, konnte dagegen nur ein geringer Unterschied in der Geburtsdauer zugunsten der nicht fixierten Sauen festgestellt werden (Hales et al., 2015a). Dabei bleibt allerdings offen, ob die Geburtsdauer durch die Fixierung kurz vor der Geburt nicht beeinflusst ist oder ob sich die Sauen beider Versuchsgruppen in der gegenüber Buchten zur freien Abferkelung

kleinen Bewegungsbucht (Gesamtfläche 5,25 m²) in der Bewegungsfreiheit und/oder Ausübung des Nestbauverhaltens beeinträchtigt waren. Kleine Buchtenflächen haben einen negativen Einfluss auf die Bewegungsaktivität von Sauen vor der Geburt (Koller et al., 2014). Möglicherweise wird der Effekt auch von den sehr großen Würfen hyperproliferativer Sauen überlagert.

3.2.4 Erfahrung

Dem Erreichen bestmöglicher Leistungen nach Umstellung auf freie Abferkelung oder Bewegungsbuchten geht ein Anpassungsprozess voraus, den sowohl die Sauenherde als auch die Tierhalter und Tierbetreuer durchlaufen müssen (Baxter et al., 2018b; King et al., 2019). Der Wechsel von der Abferkelung im Kastenstand zur freien Abferkelung oder Abferkelung in Bewegungsbuchten führt – wie auch umgekehrt der Wechsel von der freien Abferkelung in eines der anderen Systeme – zu erhöhten Ferkelverlusten und geändertem Verhalten der Sauen (King et al., 2018a; King et al., 2019). Dieser Effekt ist bei der Bewertung von wissenschaftlichen Untersuchungen ebenso zu berücksichtigen, wie bei der Bewertung von Daten aus Praxisbetrieben, da während einer Umstellungsphase generierte Daten nicht zwangsläufig das längerfristige Leistungsniveau repräsentieren (Edwards, 2018). Dieser Aspekt ist unbedingt auch bei der Einführung neuer Abferkelsysteme in die Praxis zu beachten. Tierhaltern muss vor der Umstellung kommuniziert werden, dass bei Würfen von Sauen, die bereits einen Wurf in dem alten System aufgezogen haben, mit der Umstellung auf das neue System erhöhte Ferkelverluste vorkommen können. Zudem ist Tierhaltern, die überlegen, zunächst nur einen Teil ihrer Abferkelplätze umzubauen, zu raten, den Umbau so vorzunehmen, dass die einzelnen Sauen möglichst immer in Abferkelbuchten desselben Bautyps untergebracht werden.

3.2.5 Temperament

Für die Bewertung des Temperaments beim Schwein wurden verschiedene Verhaltenstests entwickelt. Die aktuell verfügbaren Testverfahren haben oft nur eine mäßige Wiederholbarkeit und sind häufig durch den Untersucher beeinflusst (hohe Inter-Oberserver Variabilität), so dass ihre Aussagefähigkeit im Einzelfall einer kritischen Prüfung bedarf (Friedrich et al., 2019a, b; Grimberg-Henrici et al., 2017).

Mit Tests, in denen die Umgänglichkeit (Verhalten beim Treiben) und die Annäherung an den Menschen (Human-Approach Test) bei Jungsauen bewertet wurde, konnte zwar eine Beziehung zum Verhalten während des Abferkelns (Baxter et al., 2018b; Hemsworth et al., 1981; Janczak et al., 2003), aber nur bedingt zur Aufzuchtleistung festgestellt werden (Baxter et al., 2018b; Hemsworth et al., 1999). Neben den oben erwähnten Grenzen, die sich aus der Methode ergeben, ist aber auch zu bedenken, dass die Aufzuchtleistung von einem komplexen Geflecht verschiedenster Faktoren beeinflusst wird (Baxter et al., 2018a; Baxter and Edwards, 2018) und eine monokausale Betrachtung daher schwierig ist. In wie weit eine Selektion auf bestimmte Temperamente bei Sauen für eine gute Aufzuchtleistung unter den Bedingungen der freien Abferkelung möglich und auch sinnvoll ist, lässt sich derzeit kaum abschätzen.

3.2.6 Abliegeverhalten und Wechsel der Liegeposition

Das Abliegeverhalten und das Verhalten beim Wechsel der Liegeposition beeinflusst das Risiko für Ferkel von der Sau erdrückt zu werden, so dass viele Untersuchungen auf die Analyse dieser Bewegungsmuster fokussiert sind. Abliege- und Liegeverhalten von Sauen sind im Detail in verschiedenen Übersichtsarbeiten beschrieben (Baxter et al., 2018a; Baxter et al., 2011b, 2012; Damm et al., 2005).

Das Abliegen erfolgt in fünf Stufen, von denen besonders die letzte, das Abliegen der Hinterhand das größte Risiko für das Erdrücken von Ferkeln birgt, da in diesem Moment der Schwerpunkt unter der Hinterhand liegt, ohne von den Hinterbeinen ausreichend unterstützt zu werden und damit von der Sau nur schwer zu kontrollieren ist (Marchant-Forde and Broom, 1996). Neben dieser Form des Abliegens werden weitere Verhaltensweisen beschrieben: vertikales Abliegen auf Bauch/Gesäuge, Fallenlassen auf die Seite und Abliegen unter Zuhilfenahme der Wand (Damm et al., 2005). Fallenlassen auf die Seite geht mit dem höchsten Risiko für die Ferkel einher. Das Abliegen dauert zwischen 7 und 20 Sekunden (Harris and Gonyou, 1998) und wird vom Boden (Einstreu) und dem vorherigen Angebot von Nestbaumaterial (Herskin et al., 1998), der Nutzung von Abliegehilfen, wie z.B. schrägstehenden, wandseitig angebrachten Brettern (Marchant-Forde and Broom, 1996) sowie der Erfahrung der Sau mit der Einrichtung der Bucht (Thodberg et al., 2002b) bestimmt. Darüber hinaus wird diskutiert, wie weit die Zucht auf zunehmende Körpergröße die Kontrolle über die

Bewegungen schwieriger gemacht und das Abliegeverhalten negativ beeinflusst hat, was zusammen mit der zunehmenden Wurfgröße und dem abnehmenden Geburtsgewicht der Ferkel zu Verlusten durch Erdrücken beiträgt (Damm et al., 2005; Niggemeyer, 2016).

Der Wechsel der Liegeposition (*rolling*) von der Bauch- in die Seitenlage oder umgekehrt, führt bei Sauen in Buchten zur freien Abferkelung häufiger zum Erdrücken von Ferkeln, als das Abliegen (Danholt et al., 2011; Weary et al., 1996). Neben dem individuellen Verhalten, das zu Unterschieden in der Geschwindigkeit der Bewegungen sowie der Kommunikation mit und der Reaktion auf die Ferkel führt, haben auch die Umgebungsbedingungen Einfluss auf das Liegeverhalten (Weary et al., 1996; Weary et al., 1998). Sauen rollen z.B. auf planbefestigten Betonböden weniger häufig von der Seiten- in die Bauchlage als Sauen, die auf einem kunststoffummantelten Streckmetallboden gehalten werden (Weary et al., 1998). Möglichweise haben auch Liegekomfort und Thermoregulation Einfluss auf die Häufigkeit, mit der ein Wechsel der Liegeposition vorgenommen wird. Der Wechsel der Liegeposition ist bei Sauen nicht zu vermeiden. Versuche, den Wechsel der Liegeposition in Buchten zur freien Abferkelung, z.B. durch vertikale Stangen, in der Buchtmitte angebrachte Bügel oder andere Konstrukte („mushrooms“) zu verhindern, haben häufig zu Verletzungen bei den Sauen (Baxter et al., 2018a; Ulrich Hansen, 2018), aber nicht zu einer Reduzierung der Verluste durch Erdrücken geführt (Damm et al., 2005). Sauen, die in Kastenständen untergebracht sind, wechseln zwischen den Liegepositionen deutlich langsamer und damit offenbar weniger riskant für die Ferkel (Weary et al., 1996). Zur Reduzierung von Erdrücken durch Wechsel der Liegeposition kann die Vorlage von Nestbaumaterial beitragen; Sauen, die vor der Geburt das Nestbauverhalten mit Stroh befriedigen konnten, zeigten nach der Geburt weniger häufig Wechsel in der Liegeposition (Herskin et al., 1998).

3.2.7 Sau-Ferkel Interaktionen

Sauen kommunizieren mit ihren Ferkeln durch Schnüffeln, Grunzen und Nasenkontakt und suchen auch gezielt nach den Ferkeln. Außerdem ist das Wühlen mit der Nase, das beim Schwein üblicherweise der Erkundung und dem Nestbau dient, aber von vielen Sauen auch unmittelbar vor dem Abliegen gezeigt wird, eine Form der

Kommunikation (Clough and Baxter, 1984; Vontobel et al., 2019). Zu den Sau-Ferkel-Interaktionen gehört auch das teilweise oder vollständige Drehen um die eigene Körperachse. Das Drehen um die eigene Körperachse, das ebenfalls Teil des Nestbauverhaltens ist, dient der Gruppierung der Ferkel und soll sicherzustellen, dass die Ferkel auf das Abliegen der Sau und der Notwendigkeit auszuweichen vorbereitet sind (Blackshaw and Hagelsø, 1990; Burri et al., 2009; Pokorná et al., 2008; Vontobel et al., 2019). Sauen, die in ihren Würfen keine Ferkel erdrückt haben, zeigten das Wühlverhalten in den ersten Tagen nach der Geburt häufiger, als Sauen mit erdrückten Ferkeln (Valros et al., 2003). Ähnliche Zusammenhänge lassen sich auch für den Nasenkontakt und das „Umschauen“ der Sau vor dem Abliegen herstellen (Wischner et al., 2010).

Zu den Faktoren, die Einfluss auf die Sau-Ferkel Interaktionen nehmen, gehört u.a. die Wurfgröße. Sauen mit größeren Würfen nehmen weniger Schnüffel-Kontakt zu ihren Ferkeln auf, reagieren weniger auf Schreie von Ferkeln, entziehen sich durch längeres Stehen häufiger den Versuchen der Ferkel, das Säugen zu initiieren und brechen das Säugen auch häufiger ab (Andersen, 2011). In Buchten zur freien Abferkelung sind die Ferkel am ersten Lebenstag außerhalb des Ferkelnestes aktiver und auch die Sauen nehmen intensiver Kontakt zu ihren Ferkeln auf als bei Haltung der Sau im Kastenstand (Blackshaw and Hagelsø, 1990). Intensive Interaktionen zwischen der Sau und ihren Ferkeln können das Verhalten der Ferkel nachhaltig beeinflussen. Ferkel von freilaufenden Sauen zeigen weniger auf andere Ferkel ausgerichtete Manipulationen, wie z.B. *belly nosing*, und verbringen mehr Zeit mit Futterexploration als Ferkel, die von Sauen im Kastenstand aufgezogen wurden (Oostindjer et al., 2011). Erfahrungen, die neonatale Tiere machen, haben sogar einen Langzeiteffekt auf das spätere Verhalten (Romeo et al., 2009). Jungsauen, die selbst in Buchten zur freien Abferkelung geboren wurden, kommunizieren intensiver mit ihren Ferkeln als Jungsauen, die von Sauen aufgezogen wurden, die in Kastenständen untergebracht waren. Dieser Effekt war unabhängig von der eigenen Unterbringung der Jungsauen während der Geburt (Kastenstand, freie Abferkelung) festzustellen (Chidgey et al., 2016b). Da das Amputationsverbot für das Kürzen der Schwänze bei Schweinen zukünftig strikter umgesetzt werden soll, sind Maßnahmen zur frühzeitigen Vermeidung auf andere Schweine ausgerichteter Manipulationen möglicherweise von Interesse für die Prävention von Schwanzbeißen.

Die Sau-Ferkel Interaktionen können aber auch durch Mängel in der Ausgestaltung der Bucht beeinträchtigt sein und zu Verlusten durch Erdrücken beitragen (Westin et al., 2015). So benötigen Sauen für das Abliegen, bei dem die Ferkel durch intensives Wühlen, Scharren und Drehen um die eigene Achse gruppiert werden (Blackshaw and Hagelsø, 1990), eine Fläche von mehr als 5 m² [verfügbare Fläche für die Sau] (Weber, pers. Mitteilung 18.03.2020).

3.2.8 Gesäuge

Die Ausprägung des Gesäuges (Anzahl, Form, Anordnung der Gesäugekomplexe und Zitzen) nimmt ebenfalls Einfluss auf die Aufzuchtleistung einer Sau und sollte, wegen der hohen Heritabilität der Merkmale, zu den Zuchtzielen gehören. Details zur Bedeutung der Ausprägung des Gesäuges sind verschiedenen Arbeiten zu entnehmen (Balzani et al., 2016a, b; Balzani et al., 2016c; Balzani et al., 2016d, e; Baxter et al., 2018b; Farmer, 2019; Hurley, 2019). Der Zucht auf eine höhere Anzahl von Zitzen pro Sau, die für das Säugen großer Würfe teils als Ziel formuliert wird, sind allerdings Grenzen gesetzt, da der Platz am Gesäuge ein limitierender Faktor ist und zu eng stehende Zitzen nachteilig sind (Knapp, 2011).

3.2.9 Gesundheit

Erkrankungen der Sau haben einen direkten resp. indirekten Einfluss auf die Aufzuchtleistung und können mit erheblichen Verlusten einhergehen. Neben Gesäugeerkrankungen, die einen unmittelbaren Einfluss auf die Milchproduktion haben, sind auch Erkrankungen von Bedeutung, die indirekt wirken, indem sie die Milchproduktion oder das Säugeverhalten beeinträchtigen.

3.2.9.1 Postpartales Dysgalaktie Syndrom (PPDS)

Störungen der Milchproduktion werden für 6 bis 17 % der Mortalität lebend geborener Ferkel verantwortlich gemacht (Alonso-Spilsbury, 2007). PPDS (syn. MMA) kommt grundsätzlich in allen Sauenherden vor und kann die Ferkelaufzucht deutlich beeinträchtigen. Meist sind Sauen während der ersten drei Tage nach der Geburt betroffen. PPDS hat eine multifaktorielle Genese; zu den Risikofaktoren gehören u.a.

Hygienemängel, unzureichende Wasserversorgung, Obstipation und Geburtsstörungen (Muns et al., 2016; Papadopoulos et al., 2010). Ein Vergleich schwedischer und dänischer Sauenherden in Bezug auf Ferkelverluste und Gesundheit ergab u.a., dass Gesäugeerkrankungen in schwedischen Herden häufiger und die Ferkelverluste höher waren (Isberg, 2013).

3.2.9.2 Zitzenverletzungen

Zitzenverletzungen, die besonders an den hinteren Gesäugekomplexen häufiger vorkommen, werden von den Klauen der Hintergliedmaßen beim Aufstehen und Abliegen oder durch „Einklemmen“ der Zitzen in die Spalten von Spaltenböden verursacht (Edwards and Lightfoot, 1986; Putz, 2002). Grundsätzlich begünstigen Böden mit unzureichender Trittsicherheit die Entstehung von Zitzenverletzungen (Boyle et al., 1997; EFSA, 2007). Während der Haltung in Kastenständen sind ausgeprägte Zitzenläsionen häufiger als bei Haltung in freier Abferkelung oder Bewegungsbuchten festzustellen (Verhovsek et al., 2007). Schwere Zitzenverletzungen entstehen bei Haltung in Kastenständen häufiger bei der sogenannten Quer- als bei Längsaufstallung (Meyer and Müller, 2006).

3.2.9.3 Gliedmaßenerkrankungen

Lahmheiten beeinträchtigen die Bewegungsfähigkeit und damit auch das maternale Verhalten betroffener Sauen, so dass als Folge erhöhte Ferkelverluste durch Erdrücken entstehen können (Andersen, 2011). Dieser Zusammenhang wurde in Untersuchungen an Sauen festgestellt, die im Kastenstand abgeferkelt haben (Grandjot, 2007; Sala et al., 2019), ist aber sicher auch für Sauen in freier Abferkelung anzunehmen. Die Bedeutung von Erkrankungen des Bewegungsapparates lässt sich aus Übersichtsuntersuchungen in verschiedenen Ländern ableiten, die gezeigt haben, dass Lahmheiten mit Prävalenzen zwischen 9 und 17 % bei Sauen häufig vorkommen (Heinonen et al., 2013). Auswertungen aus deutschen Erzeugerringen zu den Ursachen für die Schlachtung von Zuchtsauen zeigen, dass Erkrankungen des Bewegungsapparates („Fundamentprobleme“) mit 19 % an dritter Stelle der sogenannten Abgangsursachen stehen (Hilgers, 2011).

Maßnahmen zur Prävention von Bewegungsstörungen sind somit nicht nur im Sinne einer Verbesserung der Gesundheit der Sauen, sondern auch für die Aufzucht der Saugferkel von Bedeutung. Hinsichtlich der Prävention von Gliedmaßenerkrankungen

ist auch zu bedenken, dass bei Sauen nach mehrwöchiger Fixierung im Kastenstand häufiger Bewegungsstörungen auftreten können, als bei Sauen, die in freier Abferkelung auf einer Buchtfläche ≥ 7,0 m² gehalten wurden (Lohmeier et al., 2019; Richter, 2011). Die oben erwähnte Vergleichsuntersuchung in schwedischen und dänischen Herden ergab auch deutliche Unterschiede hinsichtlich der Gliedmaßen- und Klauengesundheit, die als mögliche Ursache für höhere Ferkelverluste durch Erdrücken bei freier Abferkelung diskutiert werden (Isberg, 2013). Neben Lahmheiten nimmt auch die Trittsicherheit des Bodens Einfluss auf die Aufzuchtleistung (s. Kapitel 4).

3.3 Ferkelaufzucht mit Ammensauen

Sauen aus hyperproliferativen Linien und Rassen haben regelmäßig deutlich mehr Ferkel in ihren Würfen, als funktionsfähige Zitzen vorhanden sind. Beispiele für die Wurfleistungen hyperproliferativer Sauen sind verschiedenen Publikationen zu entnehmen (Burfeind et al., 2018; Greshake, 2019a; Hales et al., 2015a; Hales et al., 2015b; SEGES, 2019). Da bei hyperproliferativen Sauen üblicherweise fast alle Tiere einer Abferkelgruppe sehr große Würfe haben, kann die Aufzucht nicht mehr über den sogenannten Wurfausgleich sichergestellt werden, indem überzählige Ferkel kleineren Würfen innerhalb derselben Abferkelgruppe zugesetzt werden. Anstelle des Wurfausgleichs haben sich in der Praxis verschiedene Verfahren zur Nutzung von sogenannten Ammensauen etabliert. Für das sogenannte zweistufige Verfahren werden die überzähligen (größten) Ferkel an Sauen versetzt, deren eigene Ferkel 4 bis 8 Tage alt sind. Diese Ferkel werden zu einer Sau umgesetzt, deren Wurf 21 Tage alt ist und zuvor abgesetzt wurde (Baxter et al., 2013). Das einstufige Verfahren sieht das Versetzten der überzähligen Ferkel an eine Sau vor, deren eigen Ferkel im Alter von 21 Tagen, teils auch früher abgesetzt wurden. Das Umsetzen von Ferkeln soll – unabhängig vom ein- oder zweistufigen Verfahren – möglichst innerhalb von 12 bis 24 Stunden nach der Geburt, aber keinesfalls vor der Kolostrumaufnahme erfolgen. Das Umsetzen von Ferkeln innerhalb von 20h nach der Geburt hat offenbar keine negativen Effekte auf den Zuwachs und die Überlebensrate der Tiere (Heim et al., 2012). Ob das Versetzen überzähliger Ferkel an Ammensauen und das damit zwangsläufig verbundene „Mischen“ von Ferkeln aus verschiedenen Würfen Einfluss auf das spätere Vorkommen von Verhaltensstörungen, wie z.B. Schwanzbeißen, hat, ist nicht bekannt.

In Herden mit hyperproliferativen Sauen ist der Bedarf, Ferkel an Ammensauen umzusetzen inzwischen so groß, dass etwa 20 % des Sauenbestandes als Ammen genutzt werden (Bruun et al., 2016). Die Nutzung einer Sau als Amme geht üblicherweise mit einer Verlängerung der Zeit, in der die Sau im Kastenstand fixiert ist, einher. Bei der Entscheidung für die Aufzucht überzähliger Ferkel an Ammensauen ist zudem zu bedenken, dass damit zwangsläufig Sauen oder Ferkel zwischen Stallabteilen und Abferkelgruppen umgestallt werden und damit das Hygienesystem, das eine möglichst strikte Trennung der Sauengruppen und Würfe vorsieht, beeinträchtigt wird.

Verfahren zur mutterlosen Ferkelaufzucht an künstlichen Ammen oder in sogenannten „Rescue Decks“ haben sich in der Praxis nicht bewährt, da der Zuwachs und Gesundheitsstatus der Ferkel hinter den an Ammen aufgezogenen Ferkeln zurückbleibt. Zudem zeigen mutterlos in „Rescue Decks“ aufgezogene Ferkel häufiger Verhaltensstörungen (Rzezniczek et al., 2015; Widowski et al., 2005). Die regelmäßige, systematische Nutzung von „Rescue Decks“ mit den Vorgaben der Tierschutznutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV, 2006), in der eine Säugezeit von mindestens 21 Tagen vorgeschrieben ist, nicht vereinbar.

4 Tierumgebung / Abferkelbucht

Sauen und Ferkel haben gemeinsame Bedürfnisse, wie z.B. die Sau-Ferkel-Interaktionen (Blackshaw and Hagelsø, 1990; Wischner et al., 2009), aber auch Bedürfnisse, die in einem gemeinsam genutzten Raum nicht leicht zu vereinbaren sind, wie z.B. die Anforderungen an Temperatur, Bodengestaltung und Platz. Als zentrale Bedürfnisse der Sau werden, neben der – unkritischen – Versorgung mit Futter und Wasser, die Trennung des Liege- und Eliminationsbereiches sowie das Ausführen des Nestbauverhaltens angesehen (Baxter et al., 2018a; Baxter et al., 2011b, 2012; EFSA, 2007). Wie in Kapitel 3.1.1 im Detail erläutert, benötigt die Sau für die Ausführung des Nestbauverhaltens nicht nur geeignetes Material, sondern auch Raum für die deutlich erhöhte Bewegungsaktivität (Hartsock and Barczewski, 1997; Illmann et al., 2016; Koller et al., 2014). Der Platz, der einer Sau für die ungestörte Ausführung der natürlichen Bewegungen uneingeschränkt zur Verfügung stehen sollte, liegt nach aktuellen Erfahrungen aus der Schweiz bei mehr als 5 m² (Weber,

pers. Mitteilung 18.03.2020). Zum ungestörten Umdrehen benötigt die Sau einen Platz mit einem Durchmesser von mindestens 2 m (Troxler and Zehnder, 2011). Die ungestörte Ausführung der Bewegungen setzt zudem einen trittsicheren Boden mit geringer Verletzungsgefahr voraus (Baumgartner et al., 2009). Im Zeitraum um die Geburt bevorzugen Sauen einen wärmeren und planbefestigten Boden (Phillips et al., 2000). Während der Laktation sollten die Temperaturen 22°C nicht übersteigen (Alonso-Spilsbury, 2007; Kirkden et al., 2013).

Die Bedürfnisse neugeborener Ferkel konzentrieren sich auf die überlebenswichtige Nahrungsaufnahme und auf das Wiedererlangen bzw. die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur (Herpin et al., 2002; Malmkvist et al., 2006). Die untere Grenze des Thermoneutralbereiches liegt für neugeborene Ferkel bei 34 °C (Alonso-Spilsbury, 2007) und damit weit über den Temperaturanforderungen der Sau. Ein für Ferkel gut geeigneter Boden sollte zur Schonung des noch weichen Klauenhorns und der Ballen möglichst fein strukturiert sein und nur wenig Abrieb verursachen.

Hinsichtlich des Liegekomforts bevorzugen Sauen wie Ferkel einen weichen Untergrund, der bei Stallhaltung durch Gummimatten oder Einstreu mit Stroh oder Hobelspänen zu erreichen ist. Einstreu setzt einen planbefestigten Boden in der gesamten Bucht oder Teilbereichen voraus. Einstreu und Gummimatten haben den Vorteil, Liegekomfort zu vermitteln, aber für Sauen den Nachteil, dass die isolierende Wirkung einer effektiven Thermoregulation entgegenstehen kann. Einstreu kann grundsätzlich als „Tiefstreu“ oder „Minimalstreu“ ausgebracht werden (Baxter et al., 2011b). Tiefstreu bedeutet, dass so viel Stroh oder Hobelspäne in die Bucht eingebracht wird, dass der Boden vollständig bedeckt ist. Tiefstreu ist in dieser Form für Abferkelbuchten ungeeignet (Weber, pers. Mitteilung 18.03.2020). Bei der Nutzung größerer Mengen von Stroh im Liegebereich der Sau ist sicherzustellen, dass die Sicherheitszonen für die Ferkel nicht blockiert und das Risiko für ein Erdrücken der Ferkel erhöht wird (Cronin et al., 2000a). Neben hygienischen Problemen, die sich aus ungepflegter Tiefstreu ergeben können, ist der erhebliche Arbeits- und Kostenaufwand für das Management von Tiefstreu zu bedenken: Werbung, Transport, Wetter- und möglichst Schadnager-geschützte Lagerung, Transport zwischen Lager und Stall, Ausbringen der Einstreu in den Buchten inkl. Nachstreuen, vollständige Entfernung von Mist und Strohresten am Ende der Säugezeit, Mistlagerung und -ausbringung. Minimalstreu dient der tiergerechten Vorlage geringer Mengen von organischem Wühl-

/ Beschäftigungsmaterial, der Aufnahme geringer Feuchtigkeitsmengen, aber weniger dem Liegekomfort. Die ausgebrachten Mengen (≤ 1 kg pro Sau und Tag) sind kompatibel mit einer – unter dem Teilspaltenbereich verlaufenden – Entmistung über Schieber (Richter, 2011). Die wärmeableitenden Eigenschaften eines Betonbodens werden durch Minimaleinstreu nicht wesentlich beeinträchtigt.

Die Befriedigung der teils sehr unterschiedlichen Bedürfnisse der Sau und ihrer Ferkel in Kombination mit den Interessen des Tierhalters, möglichst viele vermarktungsfähige Ferkel mit möglichst wenig Arbeitsaufwand aufzuziehen, mündet zwangsläufig in einem Balanceakt. Die Balancierung der verschiedenen, teils gegenläufigen Bedürfnisse und Interessen bedarf einer gut überlegten und begründeten Abstimmung auf Basis des geltenden Tierschutzrechts.

Nachfolgend wird der Wissensstand zu den aktuell in der Diskussion stehenden Unterbringungsmöglichkeiten für hochtragende, gebärende und laktierende Sauen und ihre Ferkel im Hinblick auf die Kompatibilität mit den Bedürfnissen und Interessen der beteiligten Akteure dargestellt.

4.1 Abferkelbuchten mit Kastenständen zur permanenten Fixierung

Die permanente Fixierung von hochtragenden, gebärenden und ferkelführenden Sauen in Kastenständen ist in Deutschland das Standardverfahren in der konventionellen Sauenhaltung. Die Ausstattung von Abferkelbuchten mit Kastenständen (Abb. 4), die seit den 1960er Jahren in Abferkelställen genutzt werden, wurde mit dem Ziel durchgeführt, mehr Sauen und Ferkel pro Fläche unterbringen zu können, die Ferkelmortalität durch die größere Kontrolle über die – für die Ferkel risikoreichen – Bewegungen der Sau zu reduzieren und das Management der Tiere zu vereinfachen (Baxter et al., 2018a; Fraser and Broom, 1990). Die Unterbringung von Sauen in Kastenständen macht das System kosteneffizienter als alternative Verfahren (Baxter et al., 2018a). Die Bedürfnisse von hochtragenden/ferkelführenden Sauen und die Beeinträchtigung der Bedürfnisse durch eine Fixierung im Kastenstand sind anhand einer Vielzahl wissenschaftlicher Publikationen belegt (Übersichten s. z.B. (Baxter et al., 2018a; Baxter et al., 2011b, 2012; EFSA, 2007) und die nachteiligen Folgen in den Kapiteln 3 und 4.4 detailliert beschrieben. Als Vorteil der permanenten Fixierung der Sau im Kastenstand wird die „Robustheit“ des Verfahrens gegenüber

Fehlern bei Tierbetreuung und -management angesehen (Baumgartner, 2016). Die vielfach thematisierten geringeren Verluste durch Erdrücken bei Kastenstandhaltung, sind allerdings nur dann als Vorteil zu werten, wenn sie mit einer signifikanten Reduzierung der Gesamtmortalität bis zum Absetzen einhergehen.

Abb. 4: Unterbringung einer laktierenden Sau in einem Kastenstand zur permanenten Fixierung vor, während und nach der Geburt

4.2 Einfache Buchten zur freien Abferkelung

Die Gestaltung von Buchten zur freien Abferkelung soll den Sauen erlauben, mit einer möglichst ungestörten Ausübung des Nestbauverhaltens und der Trennung des Liege- und Eliminationsbereichs, wichtige Grundbedürfnisse zu befriedigen. Einfache Buchten, die keine Unterteilung in Funktionsbereiche haben und teils auch den Ferkeln nur wenig Schutz bieten (Collins et al., 1987; Cronin and Smith, 1992a, b; Phillips and Fraser, 1993), sind den historischen Abferkelbuchten ähnlich, wie sie vor Einführung der Kastenstände in den 1960er Jahren genutzt wurden. Diese Buchten entsprechen allerdings nicht den Anforderungen an eine Abferkelbucht, wie sie sich aus dem

aktuellen Stand des Wissens ergeben, und werden in dieser Übersicht daher nicht weiter berücksichtigt.

4.3 Strukturierte Buchten zu freien Abferkelung

In Ländern (Norwegen, Schweden, Schweiz) in denen die freie Abferkelung das Praxis-Standardverfahren ist, sind Buchtentypen etabliert (Abb. 5 bis 8), die sich hinsichtlich Fläche und Ausgestaltung deutlich von den in Deutschland für die freie Abferkelung getesteten Bewegungsbuchten (Burfeind et al., 2018; Hickl, 2019; Nicolaisen et al., 2019; Schulte-Sutrum et al., 2019) unterscheiden. Die Gestaltung der Buchten zur freien Abferkelung erlaubt den Sauen eine möglichst ungestörte Ausübung des Nestbauverhaltens und die Trennung des Liege- und Eliminationsbereichs. Die Ausstattung der Buchten mit einem planbefestigten Boden auf mindestens 50 % der Gesamtfläche, erlaubt nicht nur die Gabe von langstieligem Nestbaumaterial wie Stroh oder Heu, sondern auch die Vorlage von wühlbarem Beschäftigungsmaterial.

Grundrisse von Buchten zur freien Abferkelung sind in verschiedenen Publikationen sowie auf der Website des FreeFarrowing Projektes (www.freefarrowing.org) abgebildet. Typisch für norwegische Praxisbetriebe sind die Buchten in den Abbildungen 5 und 6. Grundrisse und Maße solcher Buchten sind verschiedenen Publikationen zu entnehmen (Andersen et al., 2014; Rosvold et al., 2019; Staarvik et al., 2019; Vasdal et al., 2010) und im Anhang zu finden (Abb. A1). In der Schweiz sind Abferkelbuchten des Typs FAT2 (Abb. 7) ähnliche Buchten (Abb. 8) oder in Praxisbetrieben etabliert. Neben den in Praxisbetrieben etablierten Buchten gibt es verschiedene Buchtentypen, die weiterentwickelt wurden, aber bisher offenbar noch nicht in einer größeren Zahl von Praxisbetrieben genutzt werden: Deutschland – Nürtinger e-Motion-Bucht und Raidwanger Abferkelbucht (Kamphues, 2004; Richter, 2007, 2011), United Kingdom – PIGSAFE® Bucht (Thompson et al., 2019), Norwegen – „Sow Comfort“ (Andersen, 2016), Australien – Werribee-Bucht (Cronin et al., 2000a). Die in Dänemark in verschiedenen Praxisbetrieben getestete FF (*free farrowing*) Bucht ist in ihrer Struktur den in Norwegen genutzten Buchten ähnlich, die Buchtflächen lagen 5,2 bis 6,3 m² (Hales et al., 2014) teils aber deutlich unter den Empfehlungen. Weiter ist zu bedenken, dass die Untersuchung mit hyperproliferativen Sauen durchgeführt wurde (Hales et al., 2014).

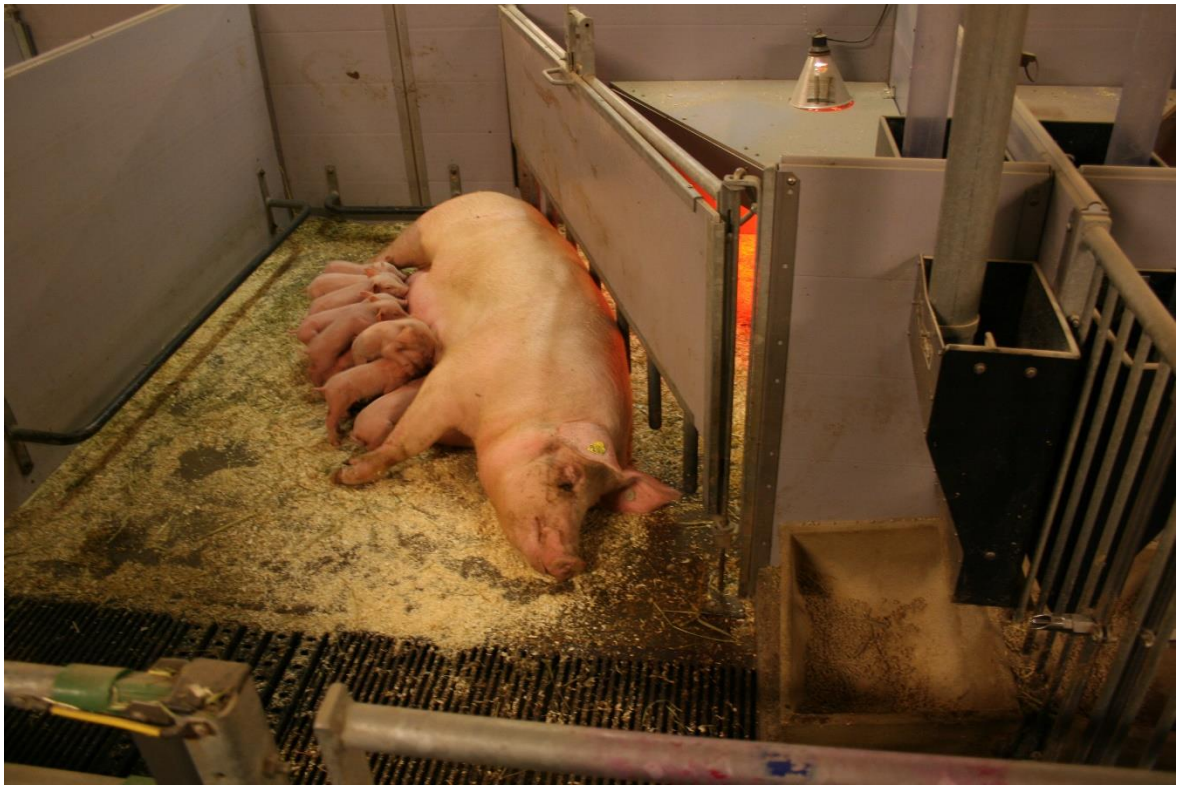


Abb. 5: Säugende Sau in einer strukturierten Bucht zur freien Abferkelung in Norwegen

Abb. 6: Liege- und Eliminationsbereich in einer strukturierten Bucht zur freien Abferkelung in Norwegen

Abb. 7: Strukturierte Bucht (FAT 2) zur freien Abferkelung in der Schweiz (1) (Foto: H. Nathues)

Abb. 8: Strukturierte Bucht zur freien Abferkelung in der Schweiz (2)
(Foto: H. Nathues)

4.3.1 Ausgestaltung von strukturierten Buchten zur freien Abferkelung

Buchten zur freien Abferkelung verfügen – anders als die meisten Bewegungsbuchten – über eine Struktur, die eine Trennung zwischen dem Liegebereich und dem Eliminationsbereich unterstützt. Strukturgebende Elemente sind dabei die Beschaffenheit des Bodens, die Position von Trog und Tränke sowie die Gestaltung und Position von Wänden (Baumgartner, 2011a; Baxter et al., 2018a; Baxter et al., 2011b, 2012; Weber et al., 2007).

4.3.1.1 Fläche

In Ländern, in denen die freie Abferkelung Praxisstandard ist, sind Mindestbuchtflächen von 6,5 m² (Norwegen), 6,0 m² (Schweden) und 5,5 m² (Schweiz) vorgegeben (Forskrift om hold av svin, 2003; Olsson and Botermans, 2018; Tierschutzverordnung, 2008). Praxiserfahrungen aus der Schweiz haben allerdings gezeigt, dass mindestens 6,5 bis 7,0 m² je Abferkelbucht vorzuhalten sind, damit die Ferkelverluste nicht ansteigen (Luther, 2018). Für Buchten zur freien Abferkelung, in denen eine zusätzliche Wand den Liege- vom Eliminationsbereich abgrenzt (z.B. FAT 2), sind mindestens 7,0 bis 7,5 m² einzuplanen (Weber, 2011). Auch in Norwegen

werden bei Stallneubauten oft 7,0 m² oder mehr für die Gesamtfläche von Abferkelbuchten vorgesehen. Untersuchungen zu freien Abferkelung wurden in Buchten mit verschieden großen Flächen durchgeführt (Anhang, Tab. A6 a bis A6 c). Die Mortalität der Ferkel war dabei in Buchten < 6,0 m² höher als in größeren Buchten (Hales et al., 2014; Weber, 2000). Ein negativer Einfluss einer sehr großen Buchtfläche wurde bisher nur in einer Untersuchung für eine Variante der sog. PIGSAFE® Bucht beschrieben. Die Mortalität lebend geborener Ferkel war in der größeren (9,7 m²) Bucht mit 18,1 % signifikant höher als in der kleineren Bucht (7,9 m²) mit 10,9 % (Baxter et al., 2015). Im Kontext der Bewertung der PIGSAFE® Bucht ist zu bedenken, dass in der Gesamtfläche auch ein schmaler, wandseitig installierter Kastenstand für die Fütterung und kurzzeitige Fixierung der Sau enthalten ist (Thompson et al., 2019). Dieser Kastenstand ist für die Fixierung zur Geburt oder zum Säugen weder vorgesehen noch geeignet (Edwards, 2018). In Deutschland, Österreich und der Schweiz werden ähnliche Buchten unter der Bezeichnung BeeFree und WelCon angeboten.

4.3.1.2 Boden

Die Unterteilung von Buchten zur freien Abferkelung in einen Liege- und einen Eliminationsbereich wird wesentlich von der Gestaltung des Bodens beeinflusst. Schweine geben planbefestigten Böden grundsätzlich den Vorzug vor Spaltenböden; in Buchten, die mit beiden Varianten ausgestattet sind, wird der planbefestigte Bereich bevorzugt zum Liegen genutzt. Dementsprechend nutzten 97% der Sauen in der PIGSAFE® Bucht den für die Abferkelung vorgesehenen planbefestigten Liegebereich nahe des Ferkelnestes, während nur 3 % auf dem Spaltenboden im Eliminationsbereich abferkelten (Baxter et al., 2015). In Norwegen ist in Abferkelbuchten ein planbefestigter Anteil des Bodens von 66 % und in Schweden von 50 % vorgeschrieben (Baumgartner, 2011b; Forskrift om hold av svin, 2003). Die Liegefläche muss für die Sau insgesamt ausreichen; dazu eignen sich besonders quadratische Liegebereiche, für die eine Fläche von 3,2 m² berechnet wurde (Baxter et al., 2018a; Petherick, 1983). Der planbefestigte Liegebereich hat zudem positive Effekte für die neugeborenen Ferkel, die auf Spaltenböden („Kamineffekt“) deutlich schneller und stärker auskühlen.

Da Kot- und Harnabsatz auf der planbefestigten Liegefläche aus hygienischen Gründen nicht erwünscht ist, sondern auf den Spalten stattfinden soll, ist das Eliminationsverhalten von Schweinen bei der Gestaltung von Buchten zu berücksichtigen. Eine Beeinflussung ist über die Position von Trog und Tränke sowie die Gestaltung der Wände (offen/geschlossen) möglich (Baxter et al., 2011b). Hygienische Probleme mit planbefestigten Böden ergeben sich, wenn die Stalltemperaturen den Thermoneutralbereich der Sauen übersteigen und die Tiere zur Abkühlung gezwungen sind, Suhlen aus einem Kot-/Harngemisch im Liegebereich anzulegen. Da Schweine nicht aktiv schwitzen können, nutzen sie üblicherweise die Verdunstungskälte, die bei einer Benetzung großer Körperflächen mit Flüssigkeit entsteht (Bracke, 2011). Da in warmen Sommern der Thermoneutralbereich von Sauen häufig überschritten wird, sollten die Möglichkeiten einer Kühlung [Anmerkung: der Stalllufttemperatur] in Erwägung gezogen werden (Baxter and Edwards, 2016). Mit einer Kühlung wäre eine Anpassung der Sauen an warme Temperaturen deutlich besser möglich als bisher; außerdem könnten hygienische Probleme durch das Anlegen von Suhlen vermieden oder zumindest reduziert werden. Da Sauen allerdings unter der Geburt einen warmen Boden bevorzugen (Phillips et al., 2000), ist gleichzeitig auch eine Fußbodenheizung in Erwägung zu ziehen. Mit einer Fußbodenheizung wäre das Wohlbefinden der Sau positiv zu beeinflussen (Phillips et al., 2000) und auch die Auskühlung der Ferkel direkt nach der Geburt zu reduzieren (Malmkvist et al., 2006). Da der positive Effekt einer Fußbodenheizung auf den Zeitraum der Geburt beschränkt ist (Pedersen et al., 2013; Phillips et al., 2000), wäre – anders als bei der Kühlung – eine individuelle Steuerung erforderlich, die es erlaubt die Heizung in jeder Bucht separat zu bedienen.

Andere Ursachen für die Verschmutzung planbefestigter Liegeflächen sind zu kleine Buchten, zu kleine mit Spalten ausgelegte Bereiche und zu wenig Einstreu (Bøe et al., 2019).

Planbefestigte Betonböden bieten Sauen eine gute Trittsicherheit. Die Klauen von Saugferkel sind dagegen eher an weiche, elastische Böden adaptiert (Ferkelnest, Waldboden), aber nicht an den Kontakt mit harten, rauen Oberflächen und Spalten. Planbefestigte Betonböden bergen weniger Verletzungsgefahren für Ferkel als Spaltenböden und sind zudem für das Ausbringen geringer Mengen Stroh (Hobelspäne) geeignet (Baumgartner, 2011a).

Die Einrichtung von Buchten – auch Bewegungsbuchten – mit einer Kombination von planbefestigten Böden und Teilspaltenböden reduziert zudem die Ammoniakemissionen aus dem Güllekanal (Vermeer, 2011), weil die Oberfläche, über die Ammoniak aus der Gülle entweichen kann, in dem unter dem Teilspaltenbereich liegenden Güllekanälen kleiner ist, als unter Vollspaltenböden (EFSA, 2007; Moustsen et al., 2011a). Die (mehrmals) tägliche Entfernung der Exkremente mit einem Schiebersystem, das in vergleichsweise flachen Kanälen unter dem Teilspaltenbereich verläuft und die Exkremente zu einem gasdichten Güllelager außerhalb des Stalles transportiert, ist geeignet, die Stallluftqualität im Tierbereich zu verbessern (Richter, 2011) und reduziert wahrscheinlich auch die Emissionen aus der Schweinehaltung. Schiebersysteme eignen sich auch für den Transport von Gülle, die mit Resten von organischem Wühlmaterial (Stroh, Heu, Hobelspäne) versetzt ist. Die Lagerung von Gülle in separaten Güllesilos ermöglicht zudem, die Gülle aus verschiedenen Haltungsbereichen des Bestandes vor dem Ausbringen effektiv zu mischen und die Nährstoffe gleichmäßig zu verteilen. Das Verfahren unterstützt die gleichmäßige und damit bedarfsgerechtere Verteilung der Nährstoffe auf dem Acker (Cielejewski, 2020). Neben der Güllelagerung in separaten Silos sind zur Reduzierung der Ammoniakemissionen auch Systeme von Interesse, die auf eine Kot-Harn-Trennung ausgerichtet sind und damit direkt bei der Vermeidung der Entstehung von Ammoniak ansetzen (Deter, 2019).

4.3.1.3 Wände

Die Unterteilung der Funktionsbereiche in Buchten zur freien Abferkelung wird durch die Bauweise der Wände – geschlossen im Liegebereich und offen im Eliminationsbereich – unterstützt (Abb. 5 bis 8). Die Möglichkeit durch die Gitterstäbe auch die Tiere in den Nachbarbuchten zu „kontrollieren“, fördert die Elimination an der vorgesehenen Stelle (Hoy, 2009). Da Buchten zur freien Abferkelung zwangsläufig von Wänden umgeben sind, die ausreichend hoch sind, um nicht von den Sauen überwunden zu werden, sind die Wände des Liegebereiches geschlossen und erlauben keinen Kontakt zu den Sauen in der benachbarten Bucht. Die FAT 2 Buchten verfügen teils über eine zusätzliche Wand, die quasi als Raumteiler den Liege- und Eliminationsbereich auch physisch abgrenzt (Weber, 2000; Weber and Schick, 1996). Der Raumteiler unterstützt die Elimination auf den Spalten, indem die Sau gezwungen wird mit der Hinterhand über den Spalten zu stehen (Weber, pers. Mitteilung

09.04.2020). Ein weiterer Vorteil des Raumteilers besteht in der Möglichkeit, die Sau, z.B. mit Hilfe eines Treibbrettes, kurzzeitig im Eliminationsbereich zu fixieren, sowie die Sau während einer manuellen Reinigung der Spaltenböden im Eliminationsbereich durch eine schwenkbare Tür im Liegebereich ihrer Bucht zu fixieren (Abb. 7).

4.3.1.4 Strukturgebende Elemente

Die Differenzierung des Liege- und Eliminationsbereiches wird nicht nur durch die Beschaffenheit von Boden und Wänden, sondern auch durch die Position von Trog und Tränke unterstützt, da Sauen häufig direkt im Anschluss an die Futteraufnahme Kot absetzen (Andersen and Pedersen, 2011). Die Vermeidung einer Verschmutzung des Liegebereiches setzt eine passende Fläche (Tiefe) voraus, auf der auch große Sauen stehen können. Visueller Kontakt zu den Sauen in den Nachbarbuchten, die Anbringung der Tränke im Spaltenbereich und die Gabe von Hobelspänen/Stroh auf der Liegefläche helfen, die Sauen zu animieren, die Funktionsbereiche wie vorgesehen zu nutzen (Baxter et al., 2018a). Die Bedeutung ausreichend großer Liege- und Spaltenflächen sowie einer angemessenen Einstreu für die Reinhaltung der Bucht ist auch an anderer Stelle beschrieben (Bøe et al., 2019).

4.3.1.5 Vorlage von Nestbaumaterial und Beschäftigungsmaterial

Ein in Teilen planbefestigter Boden ist eine Grundvoraussetzung für die Vorlage ausreichender Mengen von geeignetem Nestbaumaterial, z.B. langstieligem Stroh. Das Material kann auf dem Boden vorgelegt und dort auch von den Sauen bearbeitet werden. Der planbefestigte Boden ist außerdem geeignet wühlbares Beschäftigungsmaterial, wie z.B. Hobelspäne, auszubringen. Die Vorlage von Nestbau- und Beschäftigungsmaterial auf dem Boden erlaubt das Material per Hand oder Heugabel/Forke (Stroh) resp. leichte, großflächige Schaufeln (Hobelspäne) auszubringen, ohne dabei die Bucht betreten zu müssen. Das Befüllen von Strohraufen oder sog. Strohbällen bzw. das Befestigen von Jutesäcken ist vermutlich aufwendiger.

4.3.1.6 Schutzvorrichtungen für Ferkel

Zum Schutz der Ferkel sind an den Wänden von Buchten zur freien Abferkelung entweder Metallrohre („Ferkelschutzbügel“) oder schrägstehende Bretter angebracht, die verhindern sollen, dass sich die Sau direkt an der Wand niederlegt und dabei ein

Ausweichen der Ferkel verhindert (Baxter et al., 2012). Die schrägstehenden Bretter können zudem Abliegehilfe für die Sau sein (Baxter et al., 2012; Damm et al., 2003a) und sind den Metallrohren vorzuziehen (Weber, 2011). Das Erdrücken von Ferkeln in der Buchtmitte, das oft im Zusammenhang mit dem sog. *rolling* steht, kann durch Abliegehilfen allerdings nicht beeinflusst werden (Weber, 2011). Es gibt aber Hinweise, dass sich die Häufigkeit von Veränderungen der Liegeposition der Sau mit dem Liegekomfort (Stroheinstreu vs. Beton) ändert (Edwards and Furniss, 1988). Im Zentrum der Bucht angebrachte Ferkelschutzbügel, die ein unvorsichtiges Abliegen in der Buchtmitte verhindern sollen, haben sich wegen der Verletzungsgefahr nicht bewährt (Ulrich Hansen, 2018).

4.3.2 Wurfleistung und Ferkelmortalität bei Sauen in Buchten zur freien Abferkelung

Daten zur Wurfleistung und Ferkelmortalität werden in Ländern, in denen die freie Abferkelung Praxisstandard ist, alljährlich publiziert. Die Auswertungen umfassen für die jeweiligen Länder eine repräsentative Anzahl von Herden und geben damit einen guten Überblick über die in der Praxis mit der freien Abferkelung erreichten Wurfleistungen. Vergleichbare Auswertungen werden auch für Praxisbestände in Deutschland und Dänemark publiziert, so dass ein Vergleich zwischen Wurfleistungen bei Fixierung der Sau im Kastenstand und bei freier Abferkelung möglich ist. Die Details zur Mortalität von Saugferkeln in Praxisbetrieben sind vergleichend für Dänemark, Deutschland, Norwegen, Schweden und die Schweiz in Kapitel 2.1 dargestellt und ausführlich erläutert.

Wissenschaftliche Untersuchungen zu Wurfleistungen in Buchten zur freien Abferkelung, die auf insgesamt wenigstens 100 Würfen basieren, sind in den letzten 20 Jahren in Fachzeitschriften mit *peer review* Verfahren nur wenig publiziert worden (Cronin et al., 2000b; Hales et al., 2014; Olsson et al., 2018; Weber, 2000). Als Grund dafür ist in Erwägung zu ziehen, dass Länder, in denen ein hohes Interesse an dieser Haltungsform besteht, das Verfahren bereits in die Praxis umgesetzt haben und andere Länder möglicherweise wenig Interesse an der Umstellung von der Kastenstandhaltung auf die freie Abferkelung haben.

Die beiden im Jahr 2000 publizierten Untersuchungen (Cronin et al., 2000b; Weber, 2000) sind auf den Vergleich der Wurfleistung in Standardbuchten mit Kastenstand und Buchten zur freien Abferkelung fokussiert. In beiden Untersuchungen waren die Wurfleistungen bei freier Abferkelung etwas besser als bei Abferkelung in Standardbuchten mit Kastenstand (Tab. 7).

Mit der Untersuchung von Hales et al. (2014) sollte geprüft werden, ob die freie Abferkelung für hyperproliferative Sauen mit großen Würfen geeignet ist. Die Untersuchungen wurden in drei Praxisbetrieben durchgeführt. In zwei Betrieben wurden für die freie Abferkelung Buchten genutzt, die in ihrer Struktur den in Norwegen genutzten Buchten ähnelten, mit einer Fläche von 5,2 resp. 5,4 m² aber deutlich kleiner waren, als die empfohlene Mindestgröße von 6,5 m² (Luther, 2018; Weber, 2011). In diesen beiden Betrieben waren die Verluste bei freier Abferkelung deutlich höher als bei Abferkelung im Kastenstand. Der dritte Betrieb nutzte zur freien Abferkelung Buchten, die mit einer Fläche von 6,3 m² deutlich größer als die Buchten in den beiden erstgenannten Betrieben waren, aber immer noch etwas unter der empfohlenen Mindestgröße lagen; in diesem Betrieb waren hinsichtlich der Gesamtverluste nur geringe Unterschiede festzustellen.

Die Untersuchung von Olsson et al. (2019) wurde in einem schwedischen Betrieb durchgeführt, um zu prüfen, ob hohe Ferkelverluste durch eine temporäre Fixierung der Sauen effektiv zu reduzieren sind. Die Fixierung von Tag 1 vor bis Tag 3 nach der Geburt konnte die Gesamtverluste geringfügig um 0,3 Ferkel/Wurf entsprechend 2,8 % senken (Tab. 7). Die Mortalität bei den lebend geborenen Ferkeln lag mit 19,4 % trotz Fixierung der Sau noch deutlich über den üblichen Durchschnittswerten von etwa 15 % und wirft damit die Frage auf, ob in diesem Bestand andere Probleme zu den überdurchschnittlich hohen Ferkelverlusten führten. Die Autoren vermuten die Ursache für die hohen Verluste in Managementfehlern (Versorgung der Herde durch einen Teilzeit-Angestellten und Hilfskräften an Wochenenden und bei Urlaub) oder Störungen, die sich im Zusammenhang mit der Durchführung der Untersuchung ergeben haben. Eine vergleichende Untersuchung in schwedischen und dänischen Betrieben hat gezeigt, dass in schwedischen Schweinebeständen häufiger Erkrankungen der Gesäuge, Gliedmaßen und Klauen vorkamen, die alle Einfluss auf die Aufzuchtleistung und Ferkelverluste nehmen (Isberg, 2013).

Detaillierte Angaben zu Buchten und Wurfleistung in den genannten Studien (Cronin et al., 2000a; Hales et al., 2014; Olsson et al., 2018; Weber, 2000) sind den Tabellen A6 a bis A6 c im Anhang zu entnehmen.

Wurfleistungen aus anderen Publikationen zur freien Abferkelung werden an dieser Stelle nicht weiter thematisiert, da Buchtflächen < 4 m² (Blackshaw et al., 1994; Collins et al., 1987; McGlone and Blecha, 1987), nicht strukturierte Buchten (Cronin and Smith, 1992a; Glastonbury, 1976; Gu et al., 2011; Robertson et al., 1966; Stabenow, 2001) oder Buchtkonstruktionen, die sich als nicht praxistauglich erwiesen haben (Bradshaw and Broom, 1999; Lou and Hurnik, 1994; McGlone and Morrow-Tesch, 1990), für eine aktuelle Bewertung der freien Abferkelung keine Bedeutung haben. Untersuchungen, die andere Fragestellungen als die Bewertung der Wurfleistung hatten und daher auf Daten von nur wenigen Würfen basieren (Gu et al., 2011; Illmann et al., 2016; Ison et al., 2015; Singh et al., 2017; Weary et al., 1996) oder in denen die Wurfgröße nicht angegeben ist (Verhovsek et al., 2007), lassen eine Bewertung der Wurfleistung unter den Bedingungen der freien Abferkelung nicht zu.

In einem aktuellen Praxisbericht wird die Wurfleistung in einem Bestand in der Schweiz, der modifizierte FAT 2 Buchten mit 7 m² Gesamtfläche bewirtschaftet, mit 13,8 lebend geborenen Ferkel/Wurf, 9 % Verlusten bei den lebend geborenen Ferkeln und 30,3 abgesetzten Ferkeln pro Sau und Jahr angegeben. Die sehr gute Leistung wird mit der Größe und Struktur der Bucht, an das System angepassten Sauen sowie dem Management (Geburtseinleitung, Geburtsüberwachung, Nestbaumaterial zur Vorbereitung) erklärt (Niggemeyer, 2018).

Tab. 7: Vergleich der Wurfleistung bei Sauen, die in einer Standard- oder Bewegungsbucht permanent oder temporär fixiert waren oder in einer Bucht zur freien Abferkelung ohne Fixierung abgeferkelt haben

	Standard-/Bewegungsbucht Permanente/temporäre Fixierung					**Bucht zur freien Abferkelung keine Fixierung**				
	Total geb. Ferkel (n)	Leb. geb. Ferkel (n)	Mort. leb. geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (n)	Total geb. Ferkel (n)	Leb. geb. Ferkel	Mort. leb. geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (n)
Olsson et al. 2019	15,3	14,5	19,4	**23,7**	3,6	15,0	14,2	22,4	**26,5**	4,0
Hales et al. 2014	17,0[1]	15,2	11,2	**20,6**	3,5	17,0	15,1	21,2	**30,0**	5,1
	17,3[2]	15,6	10,3	**19,1**	3,3	17,4	15,4	16,9	**26,4**	4,6
	16,2[3]	14,8	8,1	**16,0**	2,6	15,9	14,7	11,6	**18,2**	2,9
Cronin et al. 2000	11,5	10,7	17,5	**23,0**	2,8	11,4	10,7	15,3	**20,3**	2,4
Weber 2000		11,3	**15,7**				11,4	**13,5**		
							11,6	**15,2**		
							11,4	**11,3**		

k.A. = keine Angabe, [1] Buchtfläche 5,4 m², [2] Buchtfläche 5,2 m², [3] Buchtfläche 6,3 m²

4.4 Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung der Sauen im Kastenstand

Ferkelverluste durch Erdrücken kommen überwiegend innerhalb der ersten zwei bis drei Lebenstage vor, dementsprechend gibt es schon seit längerem Überlegungen, Sauen in diesem Zeitraum weiterhin in einem Kastenstand zu fixieren (Chidgey et al., 2015; Hales et al., 2015a; Hales et al., 2015b; Heidinger et al., 2017; Kamphues, 2004; Lambertz et al., 2015; Moustsen et al., 2013). Unter natürlichen Bedingungen verlässt die Sau das Nest am Tag nach der Geburt nicht, anschließend steigert sie die Zeit, die sie außerhalb des Nestes verbringt, bis zum 4. Tag nur langsam (Jensen, 1986). Da Sauen auch bei Stallhaltung während und in den ersten beiden Tagen nach der Geburt über längere Zeit liegen und sich insgesamt nur wenig bewegen (Johnson and Marchant Forde, 2009), wird teils postuliert, dass die Bedürfnisse der Sau durch eine, auf einige Tage begrenzte Unterbringung in einem Kastenstand nur mäßig einschränkt werden (Chidgey et al., 2015). Diese Überlegungen berücksichtigen allerdings nicht, dass eines der zentralen Anliegen der Haltung von Sauen ohne Kastenstände, die weitgehend uneingeschränkte Ausübung des Nestbauverhaltens, mit der temporären Fixierung der Sau nicht kompatibel ist. Da sich der – ohnehin nicht praktikable – Versuch, Sauen erst nach Abschluss der Geburt temporär zu fixieren auch hinsichtlich einer Reduzierung der Ferkelmortalität als unwirksam erwiesen hat (Condous et al.,

2016; Hales et al., 2015a; Hales et al., 2015b; Heidinger et al., 2017; Moustsen et al., 2013; Yun et al., 2015), werden Sauen in Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung in allen Untersuchungen zu dieser Haltungsform wenigstens einen Tag vor der Geburt fixiert (Burfeind et al., 2018; Chidgey et al., 2015; Condous et al., 2016; Hales et al., 2015a; Hales et al., 2015b; Heidinger et al., 2017; Kamphues, 2004; King et al., 2018a; Lambertz et al., 2015; Spindler et al., 2018; Wassmuth et al., 2017). In der Praxis werden sich die Tierhalter allerdings nicht am Einzeltier, sondern an der Gruppe orientieren und alle Sauen einer Abferkelgruppe in einem Arbeitsschritt gleichzeitig im Kastenstand fixieren. Das wird bei der üblichen Variation der zu erwartenden Geburtszeitpunkte bei den meisten Sauen etwa drei Tage vor der Geburt bereits der Fall sein. „Taktgeber“ sind dabei die Sauen, deren Geburt zuerst erwartet wird. Durch die Fixierung wenigstens einen Tag vor der Geburt kann das Nestbauverhalten in Bewegungsbuchten weiterhin nur unter den erheblichen Einschränkungen der Kastenstandhaltung ausgeübt werden. Die erhöhte Motivation zur Bewegung kann dabei nicht ausgelebt werden, die Vorlage von Nestbaumaterial unterliegt den gehabten Einschränkungen der Haltung auf vollperforierten Böden und die Bearbeitung von Nestbaumaterial, wie das Sammeln und Tragen von langstieligem Material (Weber, 2011), ist durch den Kastenstand deutlich eingeschränkt.

Aktuell wird für die Unterbringung ferkelnder Sauen in Bewegungsbuchten die Fixierung von einem Tag vor bis drei oder vier Tage nach der Geburt, also über insgesamt vier oder fünf Tage diskutiert (Burfeind et al., 2018; Heidinger et al., 2017). Teils wird aber auch die Fixierung bis zu fünf oder sieben Tage nach der Geburt gefordert (Werning, 2019a). Während der Bewertung dieser Zeiträume ist zu bedenken, dass das Management von Sauen in der Praxis schwerpunktmäßig darauf ausgelegt ist, Maßnahmen nicht individuell, sondern gleichzeitig bei allen Tieren der Gruppe durchzuführen. In der Praxis würden Sauengruppen daher *in toto* einen Tag vor der erwarteten Abferkelung der <u>ersten</u> Sau bis drei, fünf oder sieben Tage nach dem Abferkeln der <u>letzten</u> Sau fixiert. Da sich die Geburten auch in synchronisierten Sauengruppen auf einen Zeitraum von drei bis vier Tagen verteilen, wären die Sauen einer Abferkelgruppe in der Praxis bei der Variante „Fixierung einen Tag vor bis drei Tage nach der Geburt, insgesamt etwa sieben bis acht Tage im Kastenstand untergebracht. Dabei ist zu bedenken, dass schon die temporäre Fixierung im Kastenstand von einem Tag vor bis vier Tage nach der Geburt – bei Fehlen von Beschäftigungsmaterial – zum vermehrten Auftreten von Stereotypien (Leerkauen)

führen kann (Chidgey et al., 2016a). In wie weit die Bewegungsbucht Eingang in die Praxis finden könnte, wird sich letztlich an der Frage entscheiden, wie die Bewegungsbucht mit zeitweiliger Fixierung während mehr als einer Woche im Hinblick auf eine Verbesserung des Tierwohls von der Öffentlichkeit akzeptiert wird (Verhovsek, 2011).

4.4.1 Ausgestaltung von Bewegungsbuchten

Bewegungsbuchten sind in ihren Grundzügen Buchten mit einem Kastenstand, der geöffnet werden kann (Friedli et al., 1994). Bewegungsbuchten wurden bzw. werden vor dem Hintergrund entwickelt, den Grundriss bestehender Abferkelställe weiter zu nutzen und dabei auch die Gewohnheiten der Tierhalter zu berücksichtigen (Baxter et al., 2018a; Ulrich Hansen, 2018). Die in Deutschland entwickelten und in verschiedenen Lehr-/Forschungsbetrieben (Burfeind et al., 2018; Hickl, 2019; Jais and Schneider, 2017; Kamphues, 2004; Nicolaisen et al., 2019; Schulte-Sutrum et al., 2019) oder Praxisbetrieben (Lambertz et al., 2015; Spindler et al., 2018; Wassmuth et al., 2017) getesteten Bewegungsbuchten sind – abgesehen von der etwas größeren Fläche und dem zu öffnenden Kastenstand – den üblichen Abferkelbuchten in der Ausstattung (Vollspaltenboden, meist offenes Ferkelnest ohne Abdeckung) nahezu identisch. Auch die im Ausland entwickelten Bewegungsbuchten (Ulrich Hansen, 2018) unterscheiden sich kaum von den in Deutschland entwickelten Buchten (Abb. 9 und 10). Die in Dänemark entwickelte SWAP (*sow welfare and piglet protection*) Bucht, gehört hinsichtlich ihrer Struktur zu den Buchten für die freie Abferkelung, aufgrund des zu öffnenden Kastenstandes aber eher zu den Bewegungsbuchten. Die Buchtflächen lagen in den Untersuchungen mit 5,2 bzw. 5,4 m² (Hales et al., 2014), 6,0 m² (Heidinger et al., 2017) und 6,3 m² (Hales et al., 2014; Hales et al., 2016) teils deutlich unter den empfohlenen Flächen. Dabei ist auch zu bedenken, dass ein Teil der Untersuchungen mit hyperproliferativen Sauen durchgeführt wurde (Hales et al., 2014; Hales et al., 2016).

Abb. 9: Bewegungsbucht zur temporären Fixierung der Sau, Kastenstand geschlossen

Abb. 10: Bewegungsbucht zur temporären Fixierung der Sau, Kastenstand geöffnet

4.4.1.1 Fläche

Die Mindestfläche von Bewegungsbuchten ist vielfach diskutiert worden. Um die Baukosten, die mit steigender Grundfläche zunehmen, gering zu halten, fordern

Sauenhalter möglichst kleine Flächen als Mindestvorgabe. Da die Sauen in Bewegungsbuchten in der Zeit kurz vor, bis mehrere Tage nach der Geburt im Kastenstand fixiert sind und ältere Ferkel den Bewegungen der Sau effektiver ausweichen, lassen sich Bewegungsbuchten auf kleineren Grundflächen realisieren, als Buchten zur freien Abferkelung. Für die Bewegung der Sau ist letztlich die der Sau uneingeschränkt zur Verfügung stehende Fläche und nicht die Gesamtfläche der Bucht entscheidend. Dabei ist zu bedenken, dass der geöffnete Kastenstand Platz beansprucht und die für die Sau verfügbare Fläche einschränkt (Algers, 2011). In einem geschlossenen Kastenstand steht der Sau üblicherweise eine Fläche von 1,3 bis 1,5 m² (Nicolaisen et al., 2019; Spindler et al., 2018) zur Verfügung. Die Fläche, die der Sau nach Öffnung des Kastenstandes zur Verfügung steht, ist nur in einem Teil der Publikationen ausgewiesen (Anhang, Tab. A7 a bis A7 g), so dass sich die folgenden Angaben jeweils auf die Gesamtfläche der Bucht beziehen. Eine Gesamtfläche von 5,5 m² wird für Bewegungsbuchten als „fast zu klein“ bewertet (Verhovsek, 2011); vielmehr wird eine Gesamtbuchtgröße von mindestens 6,5 m² unbedingt empfohlen (Burfeind and Meyer, 2019). In einem Praxisbetrieb in Deutschland, in dem Sauen erfolgreich in Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung gehalten werden, haben Buchten für Jungsauen eine Gesamtfläche von 6,6 m² (2,75 m x 2,40 m) und für älteren Sauen eine Gesamtfläche von 6,8 m² (2,75 m x 2,50 m) bzw. 7,1 m² (2,75 m x 2,60m) (Werning, 2019b).

Im Zuge der Gestaltung von Bewegungsbuchten ist zu beachten, dass den Sauen bei geöffnetem Kastenstand zum Umdrehen eine Fläche mit einem Durchmesser von mindestens 1,6 m zur Verfügung steht (Burfeind and Meyer, 2019). Andere Wissenschaftler gehen von einen Durchmesser mit wenigstens 2,0 m für das ungestörte Umdrehen aus (Troxler and Zehnder, 2011). Im Fall eines kleineren Durchmessers kommen Verletzungen, insbesondere an den Klauen der Hintergliedmaßen vor, auf denen bei der Drehbewegung viel Körpergewicht lastet. Während der Bewertung des als Mindestwert bezeichneten Durchmessers ist zu beachten, dass ausgewachsene Sauen (≥ 5. Wurf) moderner, hyperproliferativer Rassen im Mittel 1,93 m (95 % Perzentile 2,02 m) lang und im Mittel 0,44 m (95 % Perzentile 0,48 m) breit sind (Moustsen et al., 2011b). Die Buchten, oder zumindest ein angemessener Teil der Buchten, müssen in ihren Maßen so gestaltet sein, dass sich auch ältere Sauen ungehindert bewegen können, da andernfalls die Gefahr für Verletzungen bei Sau und Ferkeln steigt. Die Notwendigkeit, älteren Sauen

ausreichend Platz zu gewähren, ergibt sich nicht nur aus der Körpergröße, sondern auch der mit steigender Körpergröße einhergehenden Schwerfälligkeit der Tiere. In größeren Bewegungsbuchten scheint es allerdings wichtig zu sein, die Entfernung zwischen dem Kastenstand der Sau und dem Ferkelnest nicht zu groß werden zu lassen. In Dänemark wurde aktuell die Funktionalität von zehn Bewegungsbuchten (Gesamtfläche 5 bis 6,9 m²) vergleichend untersucht und dabei festgestellt, dass die Nutzung des Ferkelnestes in der Bucht mit 1,2 m Abstand zwischen Gesäuge und Ferkelnest am schlechtesten war (Ulrich Hansen, 2018). Die Aussage (Schulte-Sutrum et al., 2019), dass zu große Buchtenflächen an sich zu erhöhten Mortalitäten bei Ferkeln führen („Erschreckend: Große Abferkelbuchten führen zu höheren Verlusten"), lässt sich aus den Wurfleistungsdaten der zugehörigen Untersuchung nicht ableiten. Der Vergleich zweier Bewegungsbuchten mit weniger vs. mehr als 3,5 m² verfügbarer Fläche für die Sau ergab für 408 vs. 132 Würfe eine Wurfgröße von 14,8 bzw. 14,5 lebend geborenen Ferkeln und eine Mortalität von 18,2 bzw. 19,0 % (Anhang, Tab. A 7 a bis A7 g). Die Differenz von 0,8 % zugunsten der kleineren Buchten ließ sich im Chi-Quadrat-Test statistisch nicht absichern. Der Einwand, dass in großen Buchten der „immense Aktionsradius den Ferkeln keine Fluchträume lässt und daher die Erdrückungsgefahr steigt" und somit als Mindestgröße für Bewegungsbuchten 5,5 m² in die neue Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung aufzunehmen sind (Werning, 2019a), lässt sich anhand der hier ausgewerteten Publikationen (s. Anhang, Tab. A7 a bis A7 g) nicht stützen.

4.4.1.2 Boden

Bewegungsbuchten, die in Deutschland getestet bzw. entwickelt wurden, verfügen in dem der Sau zugänglichen Bereich über einen Vollspaltenboden, der meist aus Kunststoffrosten oder einer Kombination aus Kunststoff- und Gussrosten, seltener auch aus Kunststoffrosten in Kombination mit Betonspalten gefertigt ist (Burfeind et al., 2018; Hickl, 2019; Lambertz et al., 2015; Nicolaisen et al., 2019). In Österreich werden Bewegungsbuchten ebenfalls mit Vollspaltenböden aus den genannten Materialien ausgestattet (Heidinger et al., 2017). Die in den Niederlanden entwickelte Prodromi-Bucht verfügt über einen Vollspaltenboden aus kunststoffummanteltem Streckmetall (Heidinger et al., 2017; Wassmuth et al., 2017). In Dänemark werden Standardabferkelbuchten mit einem Kastenstand zur permanenten Fixierung der Sau

oft mit einem planbefestigten Boden in den vorderen 40 bis 50 % der Bucht und einem Spaltenbereich im hinteren Teil ausgestattet (Hales et al., 2014). Diese Unterteilung, bei der die Hinterhand der im Kastenstand fixierten Sau über dem Spaltenboden steht, wurde für Bewegungsbuchten meist nicht übernommen (Ulrich Hansen, 2018), da die fehlende Strukturierung nach Öffnung des Kastenstandes zu Hygieneproblemen führen kann (Moustsen et al., 2011a; Moustsen et al., 2013). Probleme mit der Buchtenhygiene können sich offenbar auch bei Vollspaltenböden ergeben, da die nach Ende der Fixierung freilaufenden Sauen, Kot und Harn frei in der Bucht absetzen (Hickl et al., 2018; Hoy, 2019). Möglicherweise trägt die vorhergehende Fixierung, während der die Sauen den Liege- und Eliminationsbereich nicht trennen können, zu der späteren Verschmutzung bei.

Für Sauen sind Voll-Kunststoffböden und Böden aus kunststoffummanteltem Streckmetall oft nur unzureichend trittfest (Baumgartner et al., 2009; Heidinger et al., 2017). Das Material, das aufgrund der geringen Abrasion für Ferkel gut geeignet ist, führt bei Sauen leicht zum Ausgleiten, was zu Bewegungsunlust, unsicheren Bewegungen und unkoordiniertem Abliegen führen kann. Betonböden vermitteln Sauen eine deutlich bessere Trittsicherheit, sind für die weichen Klauen von Ferkeln aber oft zu abrasiv und bedürfen dann einer Minimaleinstreu, z.B. mit Hobelspänen (Baumgartner, 2011a). Betonböden müssen eine angemessene Qualität aufweisen, da zu raue und durch Reinigung schadhaft gewordene Böden zu schweren Verletzungen führen können.

4.4.1.3 Wände

Die Seitenwände von Abferkelbuchten haben bei permanenter Fixierung der Sau im Kastenstand eine Höhe von ca. 50 cm, die dem Tierbetreuer einen Zutritt ohne Öffnen von Türen ermöglicht. Im Kontext der Gestaltung von Bewegungsbuchten wurde teils versucht, die niedrigen Wände beizubehalten und die Seitenwände des Kastenstandes nach der Öffnung so zu stellen, dass ein Entweichen der Sau verhindert wird (Ulrich Hansen, 2018). Daraus folgt aber, dass Sauen in diesen Buchten an allen oder vielen Stellen Sichtkontakt zu den benachbarten Sauen haben und sich das Eliminationsverhalten über die Gestaltung der Buchtwände nicht mehr beeinflussen lässt.

4.4.1.4 Strukturgebende Elemente

Abferkelbuchten in denen Sauen sich ständig oder temporär frei bewegen können, sollten die Tiere in der Differenzierung von Liege- und Eliminationsbereich unterstützen. Es ist davon auszugehen, dass die Gestaltung des Bodens Einfluss auf die Struktur der Bucht hat. Sauen, die in Buchten mit einer Kombination aus planbefestigtem Bereich und Spaltenboden untergebracht sind, bevorzugen – bei freier Platzwahl – zum Abferkeln eindeutig den planbefestigten Bereich (Baxter et al., 2015). Neben dem Boden kann die Unterscheidung von Liege- und Eliminationsbereich auch durch die Platzierung von Trog und Tränke unterstützt werden. Sauen setzen Kot häufig kurz nach der Futteraufnahme ab. Der Kotabsatz auf den Spalten lässt sich durch die Anbringung des Futtertroges und der Tränke beeinflussen (Andersen and Pedersen, 2011). Die Beeinflussung des Eliminationsverhaltens in Bewegungsbuchten gestaltet sich schwierig und führt leicht zu Hygieneproblemen oder erhöhtem Reinigungsaufwand (Hoy, 2019). Der ungesteuerte Harn- und Kotabsatz in Bewegungsbuchten steht möglicherweise im Zusammenhang mit der mehrtägigen Fixierung im Kastenstand und einer Gewöhnung an die fehlende Trennung von Liege- und Eliminationsbereich. Zudem fehlt in Buchten mit Vollspaltenboden die Unterstützung zur Trennung des Liege- und Eliminationsbereiches durch die Struktur des Bodens.

4.4.1.5 Kastenstand

Kastenstände in Bewegungsbuchten entsprechen im geschlossenen Zustand in Form und Maß weitgehend den Kastenständen zur permanenten Fixierung (Anhang, Tab. A7 a bis A7 g). Futtertrog und Tränke sowie ggf. eine Strohraufe sind dabei zwangsläufig im Kopfbereich der Sau angebracht.

4.4.1.6 Vorlage von Nestbaumaterial

Die Gabe von Nestbaumaterial unterliegt bei Sauen, die in Bewegungsbuchten vor der Geburt temporär fixiert werden, den gleichen Einschränkungen, wie in den derzeit üblichen Standardbuchten. Langstieliges Heu oder Stroh sind mit einer Haltung auf Vollspaltenböden nicht kompatibel (Moustsen et al., 2011a) und würden bei Bearbeitung durch die Sauen auch schnell außer Reichweite geraten. Papierstücke in Zeitungsformat – die in Deutschland nicht bedruckt sein dürfen – und Jutesäcke (festgebunden am Kastenstand) werden von Sauen gut angenommen (Bolhuis et al.,

2018; Swan et al., 2018), ohne allerdings die Vorteile (weniger totgeborene Ferkel, schnellere Geburten, intensivere Interaktionen mit den Ferkeln) zu induzieren, die sich aus dem Ablauf des Nestbauverhaltens bei Verfügbarkeit von langstieligem Stroh/Heu und Bewegungsmöglichkeiten ergeben (Andersen et al., 2014; Damm et al., 2003a; Thodberg et al., 2002a). Mit der Vorlage geringer Mengen Kurzstroh in Raufen oder Strohbällen kann der Effekt des Nestbaus mit langstieligem Stroh und Bewegungsmöglichkeiten offenbar nicht erreicht werden (Bolhuis et al., 2018). Die Anbringung von Strohraufen im Kopfbereich eines Kastenstandes erweist sich wegen der Rohre für die Futterzuleitung oft als schwierig, so dass Raufen teils auch seitlich, und damit für die Sau nur beschränkt zugänglich, installiert werden (Ulrich Hansen, 2018).

4.4.2 Fixierungszeiten von Sauen in Bewegungsbuchten

Ferkelverluste lassen sich unter den Bedingungen von Bewegungsbuchten durch eine Fixierung der Sau von Tag 1 vor, bis Tag 3 nach der Geburt auf einen Umfang reduzieren, der den für Standardbuchten mit permanenter Fixierung der Sau üblichen Umfang nicht wesentlich übersteigt (Anhang, Tab. A7 a bis A7 g). Forderungen, Sauen bis 5 oder 7 Tage *post partum* im Kastenstand zu fixieren, lassen sich aus zwei Untersuchungen, in denen eine Fixierung von 3 bzw. 4 Tagen mit 5 bzw. 6 Tagen *post partum* verglichen wurde, nicht unterstützen, da die längeren Fixierungszeiten mit höheren Ferkelverlusten assoziiert waren (Condous et al., 2016; Heidinger et al., 2017).

Nach Öffnung der Kastenstände war in verschiedenen Untersuchungen allerdings ein temporärer Anstieg der Ferkelmortalität festzustellen (Chidgey et al., 2015; Jais and Schneider, 2017; King et al., 2018a), von dem besonders auch vitale Ferkel betroffen waren (Jais and Schneider, 2017). Offenbar hat nicht nur die Dauer der Fixierung, sondern auch das Vorgehen bei der Öffnung der Kastenstände einen Einfluss auf die Ferkelmortalität. Die gleichzeitige Öffnung aller Kastenstände am siebten Tag nach der Geburt (Mittelwert der Gruppe) ging mit höheren Verlusten einher, als die Öffnung des Kastenstandes zu einem Zeitpunkt, an dem die jeweilige Sau den siebten Tag nach der Geburt erreicht hatte. Dabei war die Öffnung des Kastenstandes am Nachmittag der Öffnung am Vormittag überlegen (King et al., 2018b). Der Vorteil einer

individuellen Öffnung des Kastenstandes an Tag 7 *post partum* hat möglichweise weniger mit dem Alter der Ferkel (exakt 7 Tage) als der verstärkten Unruhe durch die gleichzeitige Öffnung des Kastenstandes bei allen Sauen in einem Abteil zu tun. Neben der erhöhten Aktivität der Sauen nach dem Öffnen der Kastenstände, wäre die Beeinträchtigung der Sau-Ferkel-Interaktionen durch den Kastenstand (Chidgey et al., 2016a) als Ursache in Erwägung zu ziehen. Möglicherweise sind die Ferkel durch die vorhergehende Fixierung der Sau bereits an Verhaltensweisen adaptiert, die mit einer geringeren Aufmerksamkeit gegenüber riskanten Bewegungen der Sau einhergehen.

4.4.3 Wurfleistung und Ferkelmortalität bei Sauen in Bewegungsbuchten

Publikationen zur Wurfleistung von Sauen, die in Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung untergebracht waren, beschränken sich auf einige Arbeiten in Fachzeitschriften mit einem *peer review* Verfahren (Chidgey et al., 2015; Condous et al., 2016; Hales et al., 2015a; Hales et al., 2015b; King et al., 2018b; Lambertz et al., 2015; Moustsen et al., 2013; Nicolaisen et al., 2019; Spindler et al., 2018; Wassmuth et al., 2017). Darüber hinaus liegen Daten aus zwei als Dissertation (Hickl, 2019; Kamphues, 2004), in landwirtschaftlichen Fachzeitungen (Burfeind et al., 2018; Schulte-Sutrum et al., 2019), als Projektbericht (Heidinger et al., 2017) oder als Vortrag (Jais and Schneider, 2017) publizierten Untersuchungen vor. Detaillierte Angaben zu Buchten (Flächen, Maße, Ausstattung), der Anzahl in die Untersuchungen einbezogener Würfe, Wurfgröße, Wurfausgleich etc. sind der Tabelle A7 im Anhang zu entnehmen.

In den Untersuchungen wurden folgende Varianten der Unterbringung von Sauen in Bewegungsbuchten verglichen:

1) Bewegungsbucht **mit temporärer Fixierung** der Sau vs. Standardbucht oder Bewegungsbucht **mit permanenter Fixierung** der Sau (Burfeind et al., 2018; Chidgey et al., 2016a; Condous et al., 2016; Jais and Schneider, 2017; Lambertz et al., 2015; Schulte-Sutrum et al., 2019; Spindler et al., 2018; Wassmuth et al., 2017)
2) Bewegungsbucht **mit temporärer Fixierung** der Sau vs. Bewegungsbucht **ohne Fixierung** der Sau (Hales et al., 2015a; Hales et al., 2015b; Kamphues, 2004; Moustsen et al., 2013; Schulte-Sutrum et al., 2019)

3) Bewegungsbucht **ohne Fixierung** der Sau vs. Standardbucht oder Bewegungsbucht **mit permanenter Fixierung** der Sau (Burfeind et al., 2018; Hickl, 2019; Moustsen et al., 2013; Nicolaisen et al., 2019; Schulte-Sutrum et al., 2019)
4) Bewegungsbucht mit temporärer Fixierung der Sau, ohne direkte Referenzgruppe (Heidinger et al., 2017; King et al., 2018b)
5) Bewegungsbucht ohne Fixierung der Sau, ohne direkte Referenzgruppe (Heidinger et al., 2017)

Außerdem liegen Erfahrungsberichte aus zwei Praxisbetrieben vor, in denen die Sauen temporär in Bewegungsbuchten fixiert werden (Herrmann, 2018; Werning, 2019b).

Für die Variante 1, permanente vs. temporäre Fixierung, lag die Mortalität in neun Untersuchungen bei temporärer Fixierung um 1,3 bis 3,3 Prozentpunkte höher als bei permanenter Fixierung im Kastenstand. In einer Untersuchung war die Mortalität bei beiden Varianten gleich und in einer bei temporärer Fixierung besser (Tab. 8). Im Rahmen der Bewertung der Wurfleistung ist aber auch zu bedenken, dass in drei Untersuchungen (Burfeind et al., 2018; Hickl, 2019; Spindler et al., 2018) bereits bei den permanent im Kastenstand fixierten Sauen die Mortalität der lebend geborenen Ferkel über 20 % und die Gesamtmortalität um 30 % und damit deutlich über den in deutschen Ferkelerzeugerbetrieben üblichen Durchschnittswerten lag. Hohe Mortalitäten bei der üblichen Haltung im Kastenstand sind als Hinweis auf Probleme im Bestand zu werten, die sich auch auf die Untersuchungen der neuen Haltungsform ausgewirkt haben können. Weiter ist bei der Interpretation der Wurfleistungen zu berücksichtigen, dass die Anzahl der Würfe, die in den verschiedenen Untersuchungen in Bewegungsbuchten geboren und aufgezogen wurden, teils sehr unterschiedlich war. Untersuchungen, in denen mehr als 80 Würfe pro Buchtentyp und Fixierungszeit ausgewertet wurden, gehören bereits zu den größeren Studien (s. Anhang, Tab. A7 a bis A7 g).

Versuche, Bewegungsbuchten für die freie Abferkelung (ohne Fixierung der Sau) zu nutzen (Variante 2 und 3), sind in allen Untersuchungen gescheitert. Bewegungsbuchten, die sich in Struktur, Bodenbeschaffenheit und Größe deutlich von den Buchten zur freien Abferkelung unterscheiden (s. Kapitel 4.3.1 und 4.3.2), sind für

die freie Abferkelung eindeutig nicht geeignet (Tab. 9 und 10). Von weiteren Versuchen diesen Buchtentyp für die freie Abferkelung zu nutzen, sollte abgesehen werden.

Tab. 8: Vergleich der Wurfleistung von Sauen, die in Standard- oder Bewegungsbuchten permanent oder in Bewegungsbuchten temporär fixiert waren

	Standard-/Bewegungsbucht permanente Fixierung					**Bewegungsbucht temporäre Fixierung**					
	Total geb. Ferkel (n)	Leb. geb. Ferkel (n)	Mort. leb. geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (n)	Total geb. Ferkel (n)	Leb. geb. Ferkel (n)	Mort. leb. geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (n)	temporäre Fixierung bis Tag … post partum
Schulte-Sutrum 2019	15,8	14,7	15,6	**21,5**	3,4	16,0	14,8	18,2	**24,2**	3,9	5 Bucht <3,5
						15,5	14,5	19,0	**24,8**	3,9	5 Bucht> 3,5
Burfeind et al. 2018	20,0	18,3	22,4	**29,0**	5,8	18,2	16,6	20,5	**31,3**	5,7	4
Spindler et al. 2018	16,2	14,9	24,2	**29,6**	4,8	16,5	15,1	22,5	**29,7**	4,9	6
Jais u. Schneider 2017	k.A.	14,6	**16,1**			k.A.	13,7	**17,7**			7
Wassmuth et al. 2017	14,1	13,2	9,8	**16,3**	2,3	15,0	13,9	10,2	**18,0**	2,7	6
Condous et al. 2017	13,1	11,9	16,0	**24,4**	2,9	12,8	12,2	17,2	**22,1**	2,7	3
Chidgey et al. 2015	13,1	11,9	6,1	**17,6**	2,3	13,0	11,9	10,2	**19,2**	2,5	4
Lambertz et al. 2015	13,6	12,8	11,4	**16,9**	2,3	13,6	12,8	13,3	**19,5**	2,5	7
						13,6	12,8	12,9	**19,5**	2,5	14
Kamphues 2004	11,1	10,1	17,9	**25,2**	2,8	11,7	10,7	19,6	**26,5**	3,1	10

k.A. = keine Angabe

Tab. 9: Vergleich der Wurfleistung bei Sauen, die in einer Standard- oder Bewegungsbucht permanent fixiert waren oder in einer Bewegungsbucht frei abgeferkelt haben

	Standard-/Bewegungsbucht permanente Fixierung					**Bewegungsbucht keine Fixierung**				
	Total geb. Ferkel (n)	Leb. geb. Ferkel (n)	Mort. leb. geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (n)	Total geb. Ferkel (n)	Leb. geb. Ferkel	Mort. leb. geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (n)
Nicolaisen et al. 2019	k.A.	14,9	**12,3**			k.A.	14,2	**25,6**		
Schulte-Sutrum 2019	15,8	14,7	15,6	**21,5**	3,4	15,0	14,0	22,7	**27,7**	4,3
Burfeind et al. 2018	19,4	17,9	19,6	**25,3**	4,9	18,5	16,8	25,6	**30,8**	5,7
Hickl et al. 2019	15,2	13,8	19,9	**27,0**	4,1	15,9	14,6	34,9	**40,0**	6,6
Moustsen et al. 2013 *	16,6	14,8	13,5	**22,9**	3,8	17,0	14,5	19,3	**31,2**	5,3
Kamphues 2004	11,1	10,1	17,9	**25,2**	2,8	11,0	10,2	25,4	**30,9**	3,4

* Ende Untersuchung Tag 10 p.p; k.A. = keine Angabe

Tab. 10: Vergleich der Wurfleistung bei Sauen, die in einer Bewegungsbucht temporär fixiert waren oder in einer Bewegungsbucht frei abgeferkelt haben

	Bewegungsbucht temporäre Fixierung					**Bewegungsbucht keine Fixierung**				
	Total geb. Ferkel (n)	Leb. geb. Ferkel (n)	Mort. leb. geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (n)	Total geb. Ferkel (n)	Leb. geb. Ferkel	Mort. leb. geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (%)	Mort. total geb. Ferkel (n)
Schulte-Sutrum 2019	15,5	14,5	19,0	**24,8**	3,9	15,0	14,0	22,7	**27,7**	4,3
Hales et al. 2015a	18,0	17,1	14,0	**18,9**	3,4	17,8	17,1	19,9	**24,7**	4,4
Hales et al. 2015a	17,9	17,0	15,3	**19,5**	3,5	17,7	16,6	19,9	**24,3**	4,3
Kamphues 2004	11,7	10,7	19,6	**26,5**	3,1	11,0	10,2	25,4	**30,9**	3,4

Die Wurfleistungsdaten, die aus Untersuchungen in Lehr- und Forschungsbetrieben publiziert sind, fallen teils durch sehr hohe Mortalitäten sowohl bei Abferkelungen in Standardbuchten wie auch in Bewegungsbuchten auf. Gesamtmortalitäten von mehr als 25 % bei Abferkelung in Standardbuchten mit permanenter Fixierung der Sau (Burfeind et al., 2018; Hickl et al., 2018) liegen deutlich über den Deutschen und Europäischen Durchschnittswerten. Untersuchungen, die in Lehr- oder Forschungsbetrieben durchgeführt wurden (s. Anhang, Tab A7), haben zwar den Vorteil, dass standardisierte, vergleichende Untersuchungen einfacher als in Praxisbetrieben zu realisieren sind, aber den Nachteil, dass solche Betriebe teils besonderen Einflüssen unterliegen. Die Entscheidung für den Einbau von Bewegungsbuchten trifft in der Regel nicht der Betriebsleiter und auch die Tierbetreuer können kaum einbezogen werden. Die (notwendigen) Entscheidungswege können dazu führen, dass sich Betriebsleiter und Tierbetreuer weniger intensiv mit der neuen Aufstallungsform auseinandersetzen (müssen). Da die Untersuchungen in der Regel im „laufenden Betrieb“ durchgeführt werden, müssen auch ältere Sauen in die Untersuchungen einbezogen werden, die vorher im Kastenstand abgeferkelt hatten. Im Fall einer kleinen Anzahl von Versuchsbuchten ist es nicht immer vermeidbar, dass Sauen während der laufenden Untersuchungen mehrfach zwischen den Abferkelsystemen wechseln. Die fehlende Adaptation der Sauen an ein System kann die Ferkelmortalität merklich beeinträchtigen (King et al., 2019). Der Einbau einer nur begrenzten Anzahl von Versuchsbuchten erschwert es den Tierbetreuern zudem Erfahrungen mit den einzelnen Buchttypen zu sammeln. Mangelnde Erfahrung wird als Erklärung für die hohe Variation der Ergebnisse bei Untersuchungen zur freien Abferkelung diskutiert (Winckler, 2011). Als Ursache erhöhter Ferkelverluste in Lehr- und Forschungsbetrieben kommt zudem die stärkere Beunruhigung der Tiere durch den Lehrbetrieb (weniger Ruhezeiten, wechselnde Tierbetreuer) und die Durchführung von Versuchen in Betracht. Diese Besonderheiten sollten Sauenhaltern bei der Präsentation von Versuchsergebnissen aus Lehr- und Forschungsbetrieben unbedingt kommuniziert werden.

Anders als zur freien Abferkelung, die in einigen Ländern Praxisstandard ist, liegen wissenschaftlich ausgewertete Daten aus Praxisbetrieben mit Bewegungsbuchten zur temporären Fixierung bisher nur in begrenztem Umfang vor (Chidgey et al., 2015; Condous et al., 2016; Hales et al., 2015a; Hales et al., 2015b; Heidinger et al., 2017; King et al., 2018a; Lambertz et al., 2015; Moustsen et al., 2013; Spindler et al., 2018;

Wassmuth et al., 2017). Dabei können Ergebnisse aus Praxisbetrieben durchaus richtungweisend sein. Sauenhalter, die freiwillig hinsichtlich Fläche und Ausstattung über die Mindestanforderungen hinausgehende Abferkelbuchten einrichten, haben sich in aller Regel mit den Herausforderungen der neuen Haltungsform intensiv beschäftigt. Während und nach der Umstellungsphase sind selbst in kleineren Beständen sehr schnell Erfahrungen zu erzielen. In Praxisbetrieben fallen zudem kurzfristig Wurfleistungsdaten von Sauen an, die gut an das System adaptiert sind, weil sie ab der ersten Abferkelung in den neuen Buchten untergebracht waren.

4.5 Bewertung von strukturierten Buchten zur freien Abferkelung und Bewegungsbuchten mit dem *welfare design index*

Ein umfassender und ausgereifter Ansatz, die Bedürfnisse der Sau gegen die der Ferkel abzuwägen, wird mit dem *welfare design index* (WDI) verfolgt (Baxter et al., 2011b, 2012). Für die umfassende Bewertung der für Bedürfnisse und Verhalten der Sauen und Ferkel relevanten Elemente von Abferkelsystemen wurde der WDI auf Basis von über 50 Parametern (Bedürfnisse der Tiere, Platz, Hygiene, Gesundheit) entwickelt und auf die verschiedenen Verfahren (Kastenstand mit permanenter oder temporärer Fixierung, freie Abferkelung in einfachen oder ausgestalteten Buchten, Abferkelung in Outdoor-Hütten etc.) angewendet (Baxter et al., 2012). Dabei werden zwei verschiedene Auswertungsansätze mit unterschiedlicher Gewichtung der Sau und Ferkel berücksichtigt. Der gewichtete Ansatz legt auf jedes Ferkel (Wurfgröße standardisiert) das gleiche Gewicht wie auf die Sau, d.h. bei einer Wurfgröße von 11 Ferkeln, gehen deren Bedürfnisse 11-mal und die der Sau einmal in die Bewertung ein. Der nicht-gewichtete Ansatz setzt die Sau und den gesamten Wurf jeweils gleich (1:1). Die Haltung im Kastenstand mit permanenter Fixierung wird nach WDI mit 0,95 (gewichtet) resp. 0,4 (ungewichtet), die Bewegungsbucht mit einem Kastenstand zur temporären Fixierung mit 1,37 (gewichtet) und 0,5 (ungewichtet) bewertet. Die ausgestaltete Bucht zur freien Abferkelung erzielt mit 1,62 (gewichtet) und 2,5 (ungewichtet) für die Ferkel und Sauen ein deutlich besseres Ergebnis (Baxter et al., 2012). Bewegungsbuchten mit einem Kastenstand zur zeitweiligen Fixierung der Sauen kurz vor, während und einige Tage nach der Geburt sind in dieser Bewertung nur wenig besser, als die Standard-Abferkelbucht mit einem Kastenstand zur permanenten Fixierung. Diese Bewertung (Baxter et al., 2012) berücksichtigt, dass die

Sauen in Bewegungsbuchten in der Zeit fixiert sind, in der sie die stärkste Motivation haben, durch Bewegung und der Beschäftigung mit geeigneten Substraten das Nestbauverhalten auszuleben (Baxter et al., 2011b; Wischner et al., 2009). Negativ wurde auch bewertet, dass für Sau und Ferkel geeignetes Wühlmaterial auf Vollspaltenböden nicht gegeben werden kann (Baxter et al., 2011b). Die Möglichkeit, bereits den Saugferkeln Wühlmaterial zur Verfügung zu stellen, hat einen positiven Einfluss auf Verhalten der Tiere vor und – sofern das Wühlmaterial auch nach dem Absetzen angeboten wird – auch nach dem Absetzen (Oostindjer et al., 2011).

4.6 Gruppensäugen

Unter dem Begriff des Gruppensäugens werden zwei Haltungsformen zusammengefasst, in denen 1) die Sau zusammen mit ihren Ferkeln – meist nach Fixierung während und einige Tage nach der Geburt – einen gemeinsamen Raum mit anderen ferkelführenden Sauen nutzt (*multisuckling system*) oder 2) die Bucht ohne die Ferkel verlassen kann und Zugang zu einem Gruppenraum hat (*get away pen*) (Baxter et al., 2012; Grimberg-Henrici et al., 2019; Marchant et al., 2000; Pajor et al., 2002; Pajor et al., 1999; van Nieuwamerongen et al., 2014; van Nieuwamerongen et al., 2015; van Nieuwamerongen et al., 2017; Weary et al., 2002). Diese Haltungsform soll den Tieren ein Verhalten ermöglichen, das – bei Haltung der Sauen in Kleingruppen – Möglichkeiten für die Sau bietet, sich den Ferkeln zeitweise zu entziehen, eine frühzeitige Vergesellschaftung der Ferkel mit anderen Würfen erlaubt und damit an das Verhalten unter natürliche Bedingungen anknüpft (Jensen, 1986; van Nieuwamerongen et al., 2017). Dieses Verfahren, bei dem die Sau sich besser den Ferkeln entziehen kann, aber auch sog. Fremdsäugen (*cross suckling*) vorkommt, führt häufig zu Leistungseinbußen bei den Ferkeln (Maletínská and Špinka, 2001; Olsen et al., 1998; Pedersen et al., 1998; van Nieuwamerongen et al., 2014). Da Erfahrungen aus Praxisbetrieben nur vereinzelt vorliegen (Niggemeyer, 2017) und das Verfahren als derzeit nicht praxistauglich bewertet wird (Baxter et al., 2012), wird es an dieser Stelle nicht weiter beschrieben. Weitere Informationen zum Gruppensäugen sind in verschiedenen Arbeiten publiziert (Bohnenkamp et al., 2013; Grimberg-Henrici et al., 2019; Nicolaisen et al., 2019).

4.7 Outdoor-Abferkelung

Die Outdoor Haltung von Sauen mit Abferkelung in Hütten (Baxter et al., 2009) wird in Deutschland nur vereinzelt praktiziert, ist aber in England ein verbreitetes Verfahren. Etwa 40 % der Sauen werden in England in Outdoor-Betrieben gehalten und erreichen mit 16,8 % Mortalität (Baxter et al., 2012) bei 9,2 lebend geborenen Ferkeln eine, für den Erhebungszeitpunkt, akzeptable Aufzuchtleistung. In Dänemark wird die Outdoor-Abferkelung in Hütten hauptsächlich von Biobetrieben praktiziert. Die Mortalität bei den lebend geborenen Ferkeln ist in diesen Herden mit über 30 % (Rangstrup-Christensen et al., 2018) inakzeptabel hoch und die Eignung hyperproliferativer Sauen (mittlere Wurfgröße 16 Ferkel) für die Abferkelung in Hütten kritisch zu hinterfragen. Da nicht davon auszugehen ist, dass sich die Sauenhaltung in Deutschland grundsätzlich von der Stall- zur Outdoorhaltung entwickelt, wird auf diese Haltungsform nicht weiter eingegangen.

4.8 Nutzung und Ausgestaltung von Ferkelnestern

Die Köpertemperatur neugeborener Ferkel sinkt nach der Geburt sobald die Tiere einer Umgebungstemperatur unterhalb ihrer Thermoneutralzone von 34°C ausgesetzt sind und normalisiert sich erst nach der Aufnahme von Kolostrum. Ferkel nutzen das Ferkelnest üblicherweise in den ersten Lebensstunden kaum, sondern halten sich – unabhängig davon, ob die Sau im Kastenstand fixiert ist oder sich frei bewegt – bevorzugt am Gesäuge der Sau auf, das ihnen Nahrung und Wärme bietet (Berg et al., 2006; Edwards and Furniss, 1988; Hrupka et al., 1998; Vasdal et al., 2009; Vasdal et al., 2010). Erst ab etwa 60 h *post partum* werden Ferkelnester adäquat angenommen, wobei die Nutzung mit abnehmender Raumtemperatur steigt (Hrupka et al., 2000; Pedersen et al., 2013). Versuche, die Attraktivität von Ferkelnestern mit einer Verbesserung der Wärmequelle, Einstreu, besserer Isolierung und der Vermeidung von Zugluft für neugeborene Ferkel zu steigern, und so die thermischen Bedürfnisse der Ferkel zu decken, haben sich bisher als wenig erfolgreich erwiesen (Vasdal et al., 2009; Vasdal et al., 2010). Eine Absenkung der Raumtemperatur unter 20°C verbessert die Nutzung des Ferkelnestes durch die neugeborenen Ferkel nicht, sondern erhöht das Risiko für eine Hypothermie. Für die Vermeidung von Hypothermie und das möglichst schnelle Wiedererreichen der Körpertemperatur neugeborener

Ferkel hat es sich – unabhängig von der Umgebungstemperatur – als vorteilhaft erwiesen, den Liegebereich der Sau durch eine Fußbodenheizung bis 12 h nach Ende der Geburt zu erwärmen. Eine längere Beheizung des Fußbodens hatte keinen positiven Effekt, vielmehr konnte bei abgeschalteter Fußbodenheizung und Temperaturen um 20°C eine bessere Nutzung des Ferkelnestes und damit weniger Ferkelverluste durch Erdrücken erreicht werden (Pedersen et al., 2013). Versuche, die Attraktivität des Ferkelnestes durch Stoff mit dem Geruch der Sau zu verbessern, konnte zwar die Nutzung des Ferkelnest direkt nach der Geburt, aber nicht die Verluste durch Erdrücken beeinflussen (Toscano and Lay, 2005).

Abgesehen von den oben beschriebenen Problemen bei neugeborenen Ferkeln wird die Attraktivität des Ferkelnestes von der Temperatur und offenbar auch von der Beleuchtung beeinflusst. Die Wurfgröße wird als weiterer Einflussfaktor auf die Verweilzeit im Ferkelnest beschrieben, die bei größeren Würfe abnimmt (Morello et al., 2019). Als Ursache für den Effekt großer Würfe, der nicht auf Platzmangel zurückzuführen war, wird eine Gruppendynamik diskutiert, die es Ferkeln größerer Würfe schwerer macht in einer geschlossenen Gruppe zu bleiben und dazu führt sich verteilt um die Sau herum aufzuhalten (Marchant et al., 2001; Morello et al., 2019).

Untersuchungen zum Einfluss von Licht auf die Attraktivität von Ferkelnestern führten zu teils kontroversen Ergebnissen, die eine Bevorzugung von Dunkelheit (Larsen and Pedersen, 2015; Parfet and Gonyou, 1991), in einer Untersuchung – die allerdings an Ferkeln im Alter von einer Woche durchgeführt wurde – aber auch die Vermeidung von Dunkelheit belegen (Tanida et al., 1996). Möglicherweise hat die Lichtstärke im Ferkelnest weniger Bedeutung als der Unterschied zur Lichtstärke im Aktivitätsbereich der Sau (Larsen and Pedersen, 2015; Morello et al., 2019). Da neben der Beleuchtung des Ferkelnestes auch die Art der Heizung Einfluss auf die Attraktivität des Ferkelnestes nimmt, sind die verschiedenen Untersuchungen nicht direkt vergleichbar und eine eindeutige Empfehlung für die Beleuchtung nicht abzuleiten. Ferkel nehmen Strahlungswärme, wie sie von einer Wärmelampe (Larsen and Pedersen, 2015) abgegeben wird, möglicherweise eher wahr, als Wärme, die konduktiv über eine geheizte Metallplatte (Morello et al., 2019) abgegeben wird, da sie in den ersten Lebenstagen Wärmequellen bevorzugen, die Strahlungswärme abgeben (Larsen et al., 2017; Zhang and Xin, 2001). Die frühere Wahrnehmung der Strahlungswärme kann eine Folge der Einwirkung auf Kopf und Nacken und andere temperatursensible

Areale sein und außerdem das Trocknen der, nach der Geburt feuchten Haut unterstützen (Morello et al., 2019). Dabei ist allerdings zu bedenken, dass die Oberflächentemperatur der Ferkel mit dem Abstand zur Wärmelampe im Quadrat abnimmt. Die in der Praxis häufige Kombination aus Wärmelampe und Fußbodenheizung erweist sich damit als richtig; die Wärmelampe zieht die Ferkel an und die Fußbodenheizung trägt dazu bei, dass auch die weiter von der Wärmequelle entfernt liegenden Ferkel nicht auskühlen.

Ferkelnester können in Buchten zur freien Abferkelung und in Bewegungsbuchten grundsätzlich gleich gestaltet werden. In beiden Fällen muss gewährleistet sein, dass die Sau keinen Zutritt zum Ferkelnest hat und auch den Eingang nicht blockieren kann. Die Ferkelnester sind in den meisten Buchten zur freien Abferkelung mit einer Fußbodenheizung, einer Abdeckung – in die eine Wärmequelle integriert werden kann – und meist auch an drei Seiten mit Wänden versehen (Andersen et al., 2014; King et al., 2019; Olsson et al., 2018; Rosvold et al., 2019; Vasdal et al., 2010; Weber, 2000). Damit soll erreicht werden, dass sich innerhalb des Ferkelnestes ein separates, den Bedürfnissen der Ferkel angepasstes Mikroklima bildet. Die Verfügbarkeit eines separaten Mikroklimas für die Ferkel hat zudem positive Auswirkungen auf die Sau, da unter diesen Voraussetzungen die Temperatur im Abferkelabteil besser den Bedürfnissen der Sau angepasst werden kann (Troxler and Zehnder, 2011).

In Deutschland sind Ferkelnester üblicherweise mit einer Fußbodenheizung ausgestattet, haben keine Abdeckung und werden während der ersten Lebenstage der Ferkel meist mit einer frei hängenden Wärmelampe ergänzt. Die offene Gestaltung von Ferkelnestern verhindert allerdings die Bildung eines Mikroklimas, so dass die Auskühlung der Ferkel nur zu reduzieren ist, indem das gesamte Abferkelabteil wärmer gehalten wird, als es für die Unterbringung der Sauen erforderlich ist. [Die kritische evaporative Temperatur, also der Wert, über dem eine evaporative Kühlung erforderlich ist, liegt für Sauen bei 22 bis 25°C; bei Überschreiten sind die Futteraufnahme und Milchproduktion beeinträchtigt. Die Umgebungstemperatur sollte daher unter diesem Wert gehalten werden (Kirkden et al., 2013).] Die Sauenhalter lehnen geschlossene oder zumindest mit einer Abdeckung versehene Ferkelnester häufig ab, da die Abdeckung die freie Sicht auf die Ferkel verhindert und ihnen das Anheben der Abdeckung zu aufwendig erscheint. Das Problem wäre allerdings durch eine zentral gesteuerte, elektrische Anhebung der Abdeckungen zu lösen. Sauenhalter in Dänemark bevorzugen dagegen Ferkelnester mit Abdeckung bzw. Abdeckung in Kombination mit einem Schutz an den

Seitenwänden (Ulrich Hansen, 2018). In der Schweiz werden teils voll klimatisierte Ferkelnester genutzt, die es erlauben, den Ferkeln und der Sau ein eigenes, angepasstes Mikroklima zur Verfügung zu stellen (Weber, pers. Mitteilung 18.03.2020).

5 Tierbetreuung und Management

5.1 Tierbetreuung und Management

Die Mortalitätsrate bei Ferkeln weist im Vergleich verschiedener Herden oft erhebliche Differenzen auf. Für Herden in Norwegen – die im Mittel ähnliche Mortalitätsraten bei den Ferkeln haben, wie Herden in Deutschland – wird die Variation der Mortalität mit Werten zwischen 5 und 24 % angegeben (Andersen et al., 2007). Die Differenzen werden zu einem erheblichen Teil mit Unterschieden in den Fähigkeiten und Bemühungen des Tierhalters erklärt (Janczak et al., 2003; Kirkden et al., 2013; Muns et al., 2016; Ravel et al., 1996; Rosvold et al., 2017; Vanderhaeghe et al., 2013). Die Persönlichkeit des Tierhalters hat einen deutlichen Einfluss auf das Management und damit auf die Tierleistung. Menschen, deren Grundeinstellung empathisch ist, die emotional stabil und selbstdiszipliniert sind, haben in ihren Herden geringere Ferkelverluste als Menschen, die extrem selbstbewusst auftreten, gleichzeitig aber auch empfindlich, misstrauisch oder dreist sind (Ravel et al., 1996).

In die Bewertung des Managements von Sauen und Saugferkeln sind neben der Geburt und den ersten Tagen der Säugezeit auch die etwa vier Tage dauernde Phase der Geburtsvorbereitung einzubeziehen. Belastungen der Sau, z.B. durch Umstallung oder Futterwechsel, müssen möglichst gering gehalten werden, da Stress zu verlängerten Geburten oder Störungen in der Kolostrumproduktion führen kann (Baxter et al., 2011b; Muns et al., 2016; Oliviero et al., 2008). Stress während der Geburt führt zu vermehrter Unruhe der Sau, die wiederum das Risiko für das Erdrücken von Ferkeln steigert (Baxter et al., 2011a). Ferkel gestresster Sauen haben zudem ein höheres Risiko, möglicherweise durch eine Störung der Schilddrüsenfunktion bedingt, während der Säugezeit zu verenden (Berthon et al., 1993).

Die Geburtsüberwachung und ggf. Geburtshilfe sind erfolgreiche Maßnahmen zur Reduzierung der peripartalen Ferkelmortalität (Holyoake et al., 1995; Hoshino et al., 2009; Rosvold et al., 2017; Vanderhaeghe et al., 2013; Vanderhaeghe et al., 2010;

Welp, 2014). Dabei ist nicht nur die Intensität der Interventionen durch den Tierhalter entscheidend, sondern auch das Vermögen, tierschonend und zum richtigen Zeitpunkt einzugreifen (Hoshino et al., 2009; Vanderhaeghe et al., 2013; Vanderhaeghe et al., 2010; Welp, 2014). Das Trockenreiben der Ferkel sowie das Ansetzen an das Gesäuge haben ebenfalls einen positiven Effekt (Andersen et al., 2009; Muns et al., 2016; Rosvold et al., 2017). Im Anschluss an die Geburt können Maßnahmen zur Sicherung der Kolostrumaufnahme beitragen, die Mortalität zu reduzieren (Rosvold et al., 2017; Staarvik et al., 2019). In der Praxis wird dazu häufiger das sogenannte *split suckling* durchgeführt, bei dem Ferkel mit einem höheren Geburtsgewicht zeitweilig von der Sau weggesperrt werden, um den weniger schweren Ferkeln den Zugang zum Gesäuge zu erleichtern. Ein positiver Effekt dieser sehr arbeitsaufwendigen Maßnahme war in wissenschaftlichen Untersuchungen allerdings nicht abzusichern (Muns et al., 2016). Die gezielte Verabreichung von Rinderkolostrum, porzinen Immunglobulinen oder artifiziellem Kolostrumersatz wird teilweise praktiziert, aber auch hier waren eindeutige Effekte bisher nicht nachzuweisen (Muns et al., 2016).

Neben diesen eher technischen Maßnahmen, hat auch der Umgang mit den Sauen einen Einfluss auf die Mortalität bei den Ferkeln (Rosvold et al., 2017). Der positive Umgang mit Sauen, die vorab wenig Vertrauen zu Menschen hatten, ging – ausgeübt ab 14 Tage *ante partum* – mit einer kürzeren Geburtsdauer einher (Andersen et al., 2006). Eine vertraute und ruhige Reaktion von Sauen auf die Gegenwart von Menschen ist mit einem positiven Einfluss auf das maternale Verhalten assoziiert (Lensink et al., 2009a; Lensink et al., 2009b; Marchant Forde, 2002).

Zu den in der Praxis häufig umgesetzten Maßnahmen zur Reduzierung von Ferkelverlusten gehört auch der sogenannte Wurfausgleich. Mit einem Wurfausgleich wird versucht, Ferkel so auf die verfügbaren, laktierenden Sauen zu verteilen, dass die Variation im Gewicht der Ferkel eingeschränkt wird und jedem Ferkel eine funktionierende Zitze zur Verfügung steht. Der Wurfausgleich kann innerhalb der Sauengruppe erfolgen, wenn aber viele Sauen übergroße Würfe haben, werden in der Praxis oft Ammensauen eingesetzt. Die Aufzucht von Ferkeln mit Ammensauen ist in Herden mit hyperproliferative Sauen, die vielfach deutlich mehr als 14 Ferkel gebären, inzwischen eine weitverbreitete Maßnahme (Baxter et al., 2013; Bruun et al., 2016; Muns et al., 2016). Die Verwendung von Ammensauen unterbricht allerdings das Rein-

Raus-System und kann damit zu Problemen in der Bestandshygiene führen (s. auch Kapitel 3.2).

In Praxisbetrieben ist bei Umstellung von der Abferkelung im Kastenstand auf die Abferkelung in Bewegungsbuchten oder freie Abferkelung zunächst ein Anstieg der Ferkelmortalität zu erwarten, da bei einem Systemwechsel die nötigen Erfahrungen von den Tierhaltern individuell erarbeitet werden müssen. In einem norwegischen Praxisbetrieb lag die Ferkelmortalität in der ersten Abferkelgruppe nach Umstellung auf die „Sau-Comfort"-Bucht bei 15 % und ging bis zur siebten Abferkelgruppe auf unter 12 % zurück (Andersen, 2016). Die Ergebnisse zeigen, dass selbst der Wechsel von einem auf ein anderes System der freien Abferkelung eine Anpassungsphase erforderlich macht. Eine Adaptationsphase, in der sich Tierhalter/Tierbetreuer auf ein neues System einstellen, wurde auch in einer anderen Untersuchung beobachtet (Baxter et al., 2018b). Ähnliche Feststellungen, die einen positiven Effekt der zunehmenden Erfahrung der Tierbetreuer erkennen ließen, wurden zudem in Untersuchungen zur Haltung von Schweinen mit nicht kupierten Schwänzen gemacht (Naya et al., 2019a; Naya et al., 2019b; Veit et al., 2017; Veit et al., 2016). Der Effekt der Erfahrenheit der Tierbetreuer ist auch bei der Bewertung der Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen zu berücksichtigen. Tierhalter und Tierbetreuer in Lehr- und Forschungsbetrieben oder Praxisbetrieben, in denen mit Beginn der Untersuchungen erstmals Sauen in freier Abferkelung eingestallt und teils auch nur wenige Buchten umgerüstet wurden, befinden sich oft (noch) am Anfang der Lernkurve; entsprechend sollten die Ergebnisse nicht zwingend als das erreichbare Leistungsniveau interpretiert werden.

5.2 Arbeitssicherheit (aggressive Sauen)

Untersuchungen, die sich mit der Aggression von ferkelführenden Sauen gegenüber Menschen befassen, sind kaum publiziert (Marchant Forde, 2002). In einer Untersuchung, die vor etwa 20 Jahren an 31 Sauen (Large White x Landrasse) durchgeführt wurde, die über drei Geburten in freier Abferkelung verfolgt wurden, konnten 5 Tiere (16 %) als aggressiv gegenüber den Tierbetreuern identifiziert werden. Aggressionen gegenüber Menschen waren eher mit einer „frech-dreisten" als mit einer „scheuen" Kontaktaufnahme zu Menschen assoziiert und waren konsistent während

der gesamten Laktationsphase sowie auch bei späteren Würfen zu beobachten. Die Konstanz aggressiven Verhaltens legt nahe, aggressive Sauen frühzeitig zu merzen (Marchant Forde, 2002). In einer aktuellen Untersuchung (Hoy 2019) wurden in einer Herde mit insgesamt 120 Sauen in 36 Durchgängen jeweils 4 Sauen in Bewegungsbuchten zur freien Abferkelung untergebracht. Aggressives Verhalten gegenüber dem Tierbetreuer war bei 6 % der Sauen festzustellen (Hoy, 2019).

Dass ferkelführende Sauen gegenüber dem Menschen aggressiv werden können, ist grundsätzlich bekannt. Da Aggressionen von Sauen gegenüber den Tierbetreuern weder in den Untersuchungen, die zum freien Abferkeln publiziert sind, thematisiert werden, noch aus den Ländern berichtet werden, in denen die freie Abferkelung Praxisstandard ist, darf davon ausgegangen werden, dass Unfälle durch züchterische Selektion und passenden Umgang mit den Tieren weitgehend zu vermeiden sind. Erfahrungen aus der Schweiz zeigen, dass das Risiko von Verletzungen bei Schweinehaltern durch Sauen in Buchten zur freien Abferkelung gering ist. Probleme mit aggressiven Sauen treten während der Geburt nur selten auf. Die Ferkel werden für die Durchführung zootechnischer Maßnahmen, wie z.B. Impfungen, im Ferkelnest fixiert. In Buchten mit einer baulichen Trennung zwischen Liege und Eliminationsbereich kann die Sau auch im Kotbereich abgesperrt werden (Zehnder, 2011). Der Einbau des Ferkelnestes am Versorgungsgang ermöglicht ein Absperren der Ferkel im Nest, ohne dass dafür die Bucht betreten werden muss.

Trotzdem sind entsprechende Ängste von Tierhaltern und Tierbetreuern (Arden, 2019; Meyer, 2018) unbedingt ernst zu nehmen und, insbesondere die Umstellungsphase durch Schulungen, in denen ein sicherheitsbewusster Umgang mit ferkelführenden Sauen vermittelt wird, vorzubereiten. Dabei sollte auf die Erfahrungen aus Ländern (z.B. Schweiz, da keine Sprachbarriere) oder Unternehmen (Morrison, 2018) zurückgegriffen werden, die freie Abferkelung bereits länger praktizieren. Ein Anteil aggressiver Sauen von etwa 6 % (Hoy, 2019), wäre auch durch die Ausstattung einer begrenzten Zahl von Buchten mit Vorrichtungen zur zeitweiligen Fixierung zu managen. Die Schlussfolgerung, dass eine Bucht zur freien Abferkelung aus Gründen des Arbeitsschutzes nicht empfohlen werden kann (Hoy 2019), ist angesichts des geringen Anteils aggressiver Sauen in einer Population, in der bisher keine systematische Merzung aggressiver Sauen stattgefunden hat, nicht nachvollziehbar. Eine weitere Untersuchung an insgesamt 512 Sauen ergab ebenfalls einen geringen

Anteil aggressiver Sauen. Über 90 % der ferkelführenden Sauen reagierten 4 Tage *post partum* ruhig gegenüber dem Menschen; 6 % reagierten auf eine Provokation mit einem Dummy mit einem Bissversuch und 1,5 % bissen tatsächlich zu. Das Ergebnis zeigt, dass man mit der Mehrzahl der Sauen auch bei freier Bewegung im Abferkelstall umgehen kann, ohne dass die Tiere aggressiv reagieren (Arden, 2018). Ein Praxisbericht aus einem Biobetrieb, in dem Sauen anhand eigenständig vergebener Charakternoten selektiert wurden, zeigt, dass das Problem auch in Beständen mit Eigenremontierung beherrschbar ist (Niggemeyer, 2016).

5.3 Arbeitsaufwand

Der Aufwand für den Betrieb von Bewegungsbuchten resp. Buchten zur freien Abferkelung wurde in verschiedenen Studien untersucht (Baxter et al., 2012; Heidinger et al., 2017; Hoy, 2019; Kamphues, 2004), die teils zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führten. In einer Untersuchung an 5 m² großen Standardbuchten und gleichgroßen Bewegungsbuchten, in denen die Sauen nicht oder bis zum 10. Tag *post partum* fixiert waren, konnten keine Unterschiede beim Arbeitsaufwand festgestellt werden (Kamphues, 2004). In einer anderen Untersuchung wurde der zusätzliche Arbeitsaufwand für den Betrieb von Bewegungsbuchten mit 0,5 Stunden pro Sau und Jahr, entsprechend 8,74 € kalkuliert. Der erhöhte Zeitaufwand ergab sich aus dem Mehraufwand für das Einfangen der Ferkel für Behandlungen und das tägliche Entmisten der Bucht, während das Ein-/Ausstallen der Sau schneller erfolgte (Hoy, 2019). Die Mehrkosten, die durch die zusätzliche Arbeit entstehen, sind mit 0,30 €/Ferkel (bei 28 abgesetzten Ferkeln/Sau und Jahr) nicht übermäßig hoch; zudem wäre zu prüfen, ob mit Ferkelnestern, die vom Gang aus absperrbar sind und das Fangen erleichtern sowie einer verbesserten Strukturierung der Bucht in Liege- und Kotbereich, eine Reduzierung des Arbeitsmehraufwandes zu erreichen ist. Im Fall fehlender Strukturierung des Liege-Aktivitätsbereiches für die Sau, wird der Kot wahrscheinlich oft über eine größere Fläche verteilt abgesetzt, was die Reinigung erschwert und die Hygiene beeinträchtigt. Die oben genannte Untersuchung wurde in einem Lehr-/Forschungsbetrieb durchgeführt, in dem lediglich vier von 48 Buchten als Bewegungsbuchten eingerichtet waren (Hoy, 2019), was die Entwicklung von Arbeitsroutinen erschwert haben dürfte. Für die Reinigung der Bewegungsbuchten (5,9 bis 6,6 m²) wurde z.B. 65,2 sec/Tag benötigt (Hoy, 2019), während in einem

Bestand mit 5000 Sauen und freier Abferkelung in 7 m² Buchten und geringer Stroheinstreu lediglich 10 sec/Tag benötigt wurden (Skovgaard, 2018). Die Bewirtschaftung der FAT2 Buchten mit Stroheinstreu erfordert den gleichen Zeitaufwand wie die Arbeiten, die für den Betrieb von eingestreuten Kastenständen anfallen (Weber, 2000), liegt mit etwa 7 Minuten pro Sau und Tag aber deutlich höher als in anderen Untersuchungen, in denen die Buchten nicht eingestreut waren. Die Untersuchungen im PROSAU-Projekt haben gezeigt, dass eine strukturierte Bucht (SWAP) ohne Fixierung der Sau mit 0,42 h/Sau und Jahr (6,14 €/Sau und Jahr) zu bewirtschaften ist, während die Bewegungsbuchten bei 0,76 h/Sau und Jahr bzw. 3,7 h pro Sau und Jahr (Prodromi) lagen (Heidinger et al., 2017).

Eine abschließende Bewertung des Aufwandes für den Betrieb von Buchten zur freien Abferkelung bzw. von Bewegungsbuchten kann an dieser Stelle nicht erfolgen, da diese Einschätzung unbedingt agrar-ökonomischer Expertise bedarf. Die genannten Publikationen sind als Einstieg in die Thematik zu verstehen.

6 Kurzfassung

In konventionell wirtschaftenden Betrieben werden Sauen im Verlauf eines Jahres – mit Unterbrechungen – mehr als fünf Monate in wenig mehr als körpergroßen Kastenständen gehalten. Da diese Form der Unterbringung eine Vor- und Seitwärtsbewegung nicht zulässt und auch andere Verhaltensweisen deutlich einschränkt oder unterbindet, fordern Kritiker seit längerem die Abschaffung der Haltung von Sauen in Kastenständen. Die Kritik war und ist Anlass andere Verfahren der Unterbringung zu evaluieren. Dabei reicht es nicht aus, die jeweiligen Haltungsbedingungen zu bewerten, vielmehr bedarf es einer Gesamtbetrachtung der Bedürfnisse der Sau und ihrer Ferkel in Beziehung zu den Interessen und Anforderungen des Tierhalters. Die vorliegende Literaturübersicht fasst den Stand des Wissens zu Unterbringung von Sauen und Ferkeln in der Zeit kurz vor und während der Geburt sowie der Säugezeit zusammen.

Kastenstände werden seit den 1960er Jahren weltweit in Abferkelbuchten eingebaut, um Verluste zu reduzieren, die durch das Erdrücken von Ferkeln durch die Sau entstehen. Maßnahmen zu Reduzierung der Mortalität bei Saugferkeln haben aus ethischer wie wirtschaftlicher Sicht einen hohen Stellenwert. Die Maßnahmen sind allerdings nicht allein hinsichtlich ihrer Vorteile für die Ferkel, sondern auch in ihren Auswirkungen auf die Bedürfnisse der Sau zu bewerten. Die Unterbringung von Sauen und Ferkeln – die teils sehr unterschiedliche, teils sogar konkurrierende Bedürfnisse haben – in dem begrenzten Raum einer Abferkelbucht stellt den Tierhalter hinsichtlich Gestaltung der Tierumgebung, Tierbetreuung und Management vor erhebliche Herausforderungen.

Der wirtschaftliche Erfolg der Sauenhaltung wird wesentlich von der Anzahl abgesetzter Ferkel pro Sau und Wurf bestimmt. Dieser Wert wird wiederum deutlich von der Mortalität der Saugferkel beeinflusst, die konsequenterweise zu den Kennzahlen für den Tierhalter gehört. Da mit dem Kastenstand die Mortalität bei den Ferkeln erfolgreich zu reduzieren ist, befürchten viele Sauenhalter, dass die Abschaffung zwangsläufig zu einem Anstieg der Mortalität führt. Entsprechend kritisch bewerten Tierhalter Überlegungen zur Abschaffung des Kastenstandes.

Entsprechend der ethischen wie wirtschaftlichen Bedeutung der Saugferkelmortalität ist es sinnvoll, zuerst die Entwicklung und den *status quo* der Wurfleistung von Sauen

zu betrachten. Für die Bewertung der Wurfleistung wird die Gesamtmortalität – die Summe der totgeborenen und während der Säugezeit verendeten Ferkel – herangezogen, da die Mehrzahl der totgeborenen Ferkel üblicherweise lebensfähig ist und Maßnahmen zur Reduzierung der Mortalität auch hier ansetzen müssen. In Deutschland lag die Gesamtmortalität bis Ende der Säugezeit in 2018 [Wirtschaftsjahr 2017/18] im Durchschnitt bei 22,9 % entsprechend 3,7 totgeborenen/verendeten und 12,3 abgesetzten Ferkeln pro Wurf. Diese Wurfleistung, die bei Unterbringung der Sauen in Kastenständen im Zeitraum von etwa einer Woche vor der Geburt bis zum Ende der Säugezeit erreicht wurde, ist der aktuelle Maßstab für die Bewertung anderer Verfahren. In Dänemark werden die Sauen in Abferkelbuchten ebenfalls permanent im Kastenstand fixiert; die Wurfleistung ergibt sich aus einer Gesamtmortalität von 22,6 % entsprechend 4,3 totgeborenen/verendeten und 14,7 abgesetzten Ferkeln pro Wurf. In den drei Ländern, in denen die freie Abferkelung ohne Fixierung der Sau das Standardverfahren in der Praxis ist, werden folgende Wurfleistungen erreicht, Norwegen: 18,8% Gesamtmortalität, 2,9 totgeborene/verendete und 12,3 abgesetzte Ferkel/Wurf; Schweden: 23,7 % Gesamtmortalität, 3,8 totgeborene/verendete und 11,9 abgesetzte Ferkel/Wurf; Schweiz [Herdbuchzucht Schweizer Edelschwein] 19,4 % Gesamtmortalität, 2,6 totgeborene/verendete und 11,6 abgesetzte Ferkel/Wurf. Die Daten zeigen, dass sich die Wurfgröße, aber auch die Gesamtmortalität zwischen den Ländern teils deutlich unterscheidet. Die Anzahl der pro Wurf totgeborenen/verendeten Ferkeln lässt mit Werten bis 4,3 ein sehr deutliches Potential für Leistungsverbesserungen erkennen, ohne die Wurfgrößen weiter steigern zu müssen. Dass die freie Abferkelung, so wie sie in der Praxis der genannten Länder umgesetzt wird, zwangsläufig zu einer höheren Gesamtmortalität bei den Ferkeln führt, lässt sich aus den Daten, die sämtlich aus Praxisbetrieben stammen, nicht ableiten.

Das Anliegen, Ferkelverluste zu reduzieren oder wenigstens konstant zu halten, erfordert eine detaillierte Betrachtung der Ursachen. Die Ursachen für Totgeburten und das Verenden neugeborener Ferkel sind vielfältig und auf sehr komplexe Weise miteinander verbunden, so dass es wenig sinnvoll erscheint, für die Bewertung von Verfahren nur eine Ursache, wie z.B. das „Erdrücken“ isoliert zu betrachten. Für die Evaluierung der freien Abferkelung bzw. Abferkelung in Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung der Sau ist letztlich die Gesamtmortalität entscheidend, da Maßnahmen zur Reduzierung der Mortalität nur dann als Erfolg zu bewerten sind, wenn sich die Gesamtmortalität damit verringern lässt. Nach aktuellem Kenntnisstand

ist es gerechtfertigt, die verschiedenen Todesursachen bei Feten und neugeborenen Saugferkeln als gleichwertig zu behandeln und davon auszugehen, dass es keinen Unterschied macht, welches Ereignis letztlich zum Tod geführt hat. Auch für den Tierhalter ist aus wirtschaftlicher Sicht die Gesamtmortalität in Verbindung mit der Anzahl der abgesetzten Ferkel entscheidend. Eine detaillierte Analyse der Todesursachen ist Voraussetzung, um in Beständen gezielt Maßnahmen zur Reduzierung der Mortalität ergreifen zu können. Dabei ist es wichtig, nicht nur die finalen Todesursachen, am häufigsten sind „Erdrücken“ und „Verhungern“, zu erfassen, sondern die primären Ursachen (u.a. Wurfgröße, Körpergewicht, Geburtsdauer, Hyopoxie, Hypothermie, Kolostrumaufnahme) zu berücksichtigen. Während der Gestaltung von Abferkelbuchten sind Maßnahmen zur Reduzierung der Hypothermie ebenso zu berücksichtigen, wie der möglichst unbeeinträchtigte Zugang zum Gesäuge der Sau und zum Ferkelnest.

Zu den wesentlichen Bedürfnissen von Sauen während der Geburtsvorbereitungsphase gehört die Ausübung des Nestbauverhaltens, welches hormonell gesteuert ist und sich durch die Domestikation der Schweine nicht verändert hat. Sauen zeigen in der Nestbauphase deutlich erhöhte Bewegungsaktivitäten und legen auch in Buchten teils Distanzen über mehrere Kilometer zurück. Darüber hinaus entwickeln sie Aktivitäten zum Nestbau langstieliges Material, wie Stroh zu sammeln, zu tragen und zu bearbeiten. Die praxisübliche Unterbringung der Sauen in Kastenständen, die auf Vollspaltenböden errichtet sind, ist mit der Ausübung des Nestbauverhaltens kaum kompatibel. Die vollständige Unterdrückung der Vorwärtsbewegung durch den Kastenstand und die Reduzierung des Nestbaumaterials auf Jutesäcke oder geringe Mengen von Kurzstroh, die sich aus der Notwendigkeit ergibt, die Gülle unter den Vollspalten fließfähig zu halten, führen zu einer wesentlichen Beeinträchtigung des Nestbauverhaltens. Diese Beeinträchtigung nimmt deutlichen Einfluss auf den Ablauf der Geburt (Dauer, zeitlicher Abstand zwischen der Geburt einzelner Ferkel) und die Sau-Ferkel Interaktionen.

Gerade der positive Einfluss des Nestbauverhaltens auf den gesamten Ablauf der Geburt und auf die Interaktion zwischen Sau und Ferkeln sollte in die Diskussion um die Fixierung von Sauen in Abferkelbuchten einfließen. Dabei ist offenbar zunächst Aufklärungsarbeit zu leisten, da das Nestbauverhalten in der Praxis vielfach nur als „Unruhe von Sauen vor der Geburt“ wahrgenommen wird. Die Verhaltensweise an sich

und ihre Bedeutung für den Geburtsablauf ist einem Teil der Sauenhalter nicht bekannt und wird auch kaum thematisiert. Obwohl eine große Zahl wissenschaftlicher Publikationen zum Thema vorliegt, wird das Nestbauverhalten in einschlägigen Lehrbüchern (z.B. Hoy: „Nutztierethologie“, 2009) oder Fachzeitschriften (z.B. Schweinezucht und Schweinemast, Top Agrar) nicht bzw. kaum erwähnt.

Neben den Beeinträchtigungen des Nestbauverhaltens wird bei der Haltung von Sauen in Kastenständen die fehlende Möglichkeit den Liegebereich vom Eliminationsbereich zu trennen, wie auch die Einschränkung der Sau-Ferkel Interaktionen kritisiert.

Bei der Bewertung geänderter Verfahrensweisen zur Unterbringung von Sauen sind auch das Temperament, das Abliegeverhalten und die Reaktionsfähigkeit auf Bewegungen und Lautäußerungen der Ferkel zu berücksichtigen. Erfahrungen in den Ländern mit freier Abferkelung haben gezeigt, dass die Sau und ihre Unterbringung zueinander passen müssen. Dass die passende Sau nicht zwangsläufig kleine Würfe gebären muss, zeigt das Beispiel der Norwegischen Landrasse. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass jede Rasse bzw. Genetik an eine geänderte Unterbringung angepasst werden kann, was aufgrund der teils sehr geringen Heritabilität der Merkmale aber einige Zeit benötigen wird. Die Eignung hyperproliferativer Sauen – mit mittleren Wurfgrößen von 17, teils sogar bis über 20 Ferkeln – für die freie Abferkelung sollte aber sehr vorsichtig bewertet werden. Neben den Eigenschaften der Sau ist auch die Gewöhnung an die Umgebung sicherzustellen. Sauen, die Erfahrungen mit einer Abferkelbucht gemacht haben, können Schwierigkeiten mit anderen Buchten haben. Während der Umstellungsphase sind daher vorübergehend höhere Ferkelverluste zu erwarten.

Außerdem gewinnt der Gesundheitsstatus unter den Bedingungen der freien Abferkelung an Bedeutung. Erkrankungen des Bewegungsapparates können in Buchten zur freien Abferkelung oder Bewegungsbuchten eher zu unkoordinierten, für die Ferkel riskanten Abliegevorgängen führen als im Kastenstand. Bei Milchmangel, z.B. infolge PPDS, steigt die Verweildauer der Ferkel am Gesäuge und damit das Risiko, bei Positionswechseln der Sau erdrückt zu werden. Ältere Sauen haben grundsätzlich ein höheres Risiko für Ferkelverluste, wobei nicht klar differenziert ist, welchen Anteil das Alter an sich, die mit dem Alter steigende Wurfgröße und die damit

steigende Geburtsdauer sowie die mit zunehmender Körpergröße einhergehende „Unbeweglichkeit“ haben.

Die Aufzuchtleistung wird nicht nur von den Ferkeln und der Sau, sondern auch von den Umgebungsbedingungen sowie Tierbetreuung/-management beeinflusst. Die vier Faktoren „Ferkel – Sau – Tierumgebung – Mensch“ sind immer im Zusammenhang zu verstehen; Defizite bei nur einem Faktor reichen aus, die Aufzuchtleistung nachhaltig negativ zu beeinflussen. Die Bewertung der Tierumgebung setzt somit voraus, dass die anderen drei Faktoren bestmöglich auf das Gesamtsystem abgestimmt sind.

Für eine geänderte Unterbringung von Sauen während der Abferkelung und Laktation stehen – sofern die Einzelhaltung in Abferkelbuchten beibehalten werden soll – zwei Buchttypen zur Verfügung: Buchten zur freien Abferkelung ohne Fixierung und Bewegungsbuchten mit Kastenständen zur temporären Fixierung der Sau. Beide Buchttypen unterscheiden sich nicht nur voneinander, sondern auch deutlich von den historischen Buchten, deren unzureichende Gestaltung Anlass für die Einführung der Kastenstände war. Da sich Buchten zur freien Abferkelung und Bewegungsbuchten in wesentlichen Merkmalen unterscheiden, ist die eindeutige Benennung und eine klare Unterscheidung sinnvoll. Die Vermischung der Begriffe führt zu Missverständnissen und Verunsicherung in der notwendigen Diskussion.

Buchten zur freien Abferkelung haben in den drei Ländern, in denen die Fixierung der Sauen in der Abferkelbucht nicht erlaubt ist, Praxisreife erlangt. Praxisreife heißt, dass mit dem System, zu dem diese Buchten gehören, Wurfleistungen erzielt werden, die den in Deutschland üblichen Leistungen vergleichbar sind. Die Buchten zur freien Abferkelung sind so ausgestaltet, dass die Einrichtung eine Struktur vorgibt und die Sauen in der Differenzierung des Liege- vom Eliminationsbereich unterstützt. In der Praxis bewährt haben sich:

- Buchtflächen von mindestens 6,5 m² / besser 7 m²,
- planbefestigter Betonboden (mit Minimaleinstreu) auf mindestens 50 % / besser 60 % der Buchtfläche in Kombination mit einem rutschsicheren Spaltenboden,
- geschlossene Wände im Liegebereich und offene (Gitter-)wände im Eliminationsbereich,
- Installation von Trog und Tränke in direkter Nähe zum Eliminationsbereich,

- geschlossenes Ferkelnest mit Bodenheizung und ggf. Wärmelampe zur Erzeugung eines an die Ferkel angepassten Mikroklimas.

Die strukturgebenden Elemente der Bucht unterstützen die Sau, die Bereiche wie vorgesehen zu nutzen und zum Säugen einen Liegeplatz möglichst nah am Ferkelnest zu wählen. Der planbefestigte Betonboden ist für die Ausbringung von geeignetem Nestbaumaterial und die Ausübung der erhöhten Bewegungsaktivität in der Geburtsvorbereitungsphase geeignet. Verbesserungsmöglichkeiten durch eine wahlweise zuschaltbare Bodenheizung im Liegebereich der Sau und die Möglichkeit zur Kühlung der Stallluft werden diskutiert, um die Bedürfnisse von Sau und Ferkeln *in puncto* Wärme (während der Geburt) und Kühlung (während der Laktation, in der warmen Jahreszeit) besser zu befriedigen.

Der planbefestigte Boden und die Beschränkung des Spaltenbereichs auf eine Teilfläche erlaubt nicht, die Gülle unter den Tieren zu lagern. Stattdessen sollte die Gülle mittels Schieber, die auch mit Resten von organischem Nestbau- und Beschäftigungsmaterial kompatibel sind, regelmäßig aus dem Stall entfernt und außerhalb gelagert werden. Die Verkleinerung der Oberfläche, aus der Ammoniak durch Verdunstung im Stall freigesetzt wird, trägt zu einer Verbesserung der Stallluftqualität bei.

Die Bewirtschaftung von Buchten zur freien Abferkelung würde von den Sauenhaltern einen nicht zu unterschätzenden Umstellungsprozess erfordern, der unbedingt durch intensive Weiterbildung vorbereitet und begleitet werden müsste, da neben Neubauten auch eine Anpassung/Umstellung der Sauen (Rasse/Genetik) in Erwägung zu ziehen ist. Der sicherheitsbewusste Umgang mit den freilaufenden Sauen müsste ebenso erlernt werden, wie ein zeit- und kosteneffizientes Management des Nestbau- und Beschäftigungsmaterials. Insgesamt ist die freie Abferkelung als weniger robust und anfälliger für Fehlentscheidungen des Menschen einzuschätzen als die Abferkelung mit permanenter Fixierung im Kastenstand. Alle Faktoren, die Einfluss auf die Wurfleistung bei freier Abferkelung nehmen sowie ihre komplexen Interaktionen müssen den Sauenhaltern vermittelt werden.

Der Wunsch, die gewohnte Ausstattung von Standardbuchten zur permanenten Fixierung von Sauen in den Grundzügen auch in Buchten beizubehalten, die den Sauen etwas mehr Platz bietet, hat zur Entwicklung von Bewegungsbuchten mit einem

Kastenstand zur temporären Fixierung der Sauen geführt. Neben der Beibehaltung gewohnter Arbeitsabläufe haben auch Bedenken, dass die freie Abferkelung für hyperproliferative Sauen mit Würfen von 18 bis 20 Ferkeln nicht geeignet ist, zur Entwicklung von Bewegungsbuchten beigetragen.

Bewegungsbuchten können auf Flächen ab 5,5 m² realisiert werden, empfohlen werden aber 6,5 m². Die Buchten verfügen nicht über eine, den Buchten zur freien Abferkelung vergleichbare Struktur. Der Boden ist in dem für die Sau zugänglichen Bereich ganz oder zu mehr als 60% als Vollspaltenboden ausgelegt. Dabei werden meist Kunststoff oder kunststoffummantelter Streckmetallboden, teils in Kombination mit kleinen Betonflächen verwendet. Die Bodengestaltung entspricht weitgehend den Böden, mit denen Standardbuchten ausgestattet sind. Für die temporäre Fixierung der Sau sind in Bewegungsbuchten Kastenstände installiert, deren Maße den Kastenständen zur permanenten Fixierung entsprechen. Die Kastenstände werden, abhängig vom Hersteller, nach der Öffnung zur Seite geklappt, teilweise auch eingeklappt. Die geöffneten Kastenstände reduzieren den der Sau frei zugänglichen Teil der Bucht, nach Bauart mehr oder weniger deutlich. Trog und Tränke sind, wie bei den Standardbuchten, im Kopfbereich des Kastenstandes angebracht. Die Ferkelnester sind bei den in Deutschland entwickelten Bewegungsbuchten nach dem Vorbild der Ferkelnester in Standardbuchten mit einer Fußbodenheizung ausgestattet und ansonsten völlig offen.

Versuche, unstrukturierte Bewegungsbuchten für die freie Abferkelung ohne Fixierung der Sau zu nutzen, haben in allen Untersuchungen zu einem erheblichen Anstieg der Ferkelverluste geführt. Bewegungsbuchten sind somit für die freie Abferkelung als völlig ungeeignet zu bewerten. Mit der Fixierung der Sau ab mindestens einem Tag vor bis drei oder vier Tage nach der Geburt ist die Ferkelmortalität auf Werte wenig über den Verlusten in Standardbuchten zu reduzieren. Da die Versuche meist mit nicht an die Bucht adaptierten Sauen und zudem mit Tierbetreuern durchgeführt wurden, die noch keine oder nur wenig Routine mit dem Betrieb der Buchten entwickelt hatten, ist davon auszugehen, dass im Praxisbetrieb von Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung der Sau vergleichbare Wurfleistungen zu erreichen sind, wie in Standardbuchten mit permanenter Fixierung der Sau. Zwei zentrale Anliegen der Abschaffung von Kastenständen – die ungestörte Ausübung des Nestbauverhaltens und die Trennung von Liege- und Eliminationsbereich – sind mit Bewegungsbuchten

und der temporären Fixierung der Sau allerdings nicht zu erreichen. Die erhöhte Bewegungsaktivität und das Bedürfnis der Sau Nestbaumaterial zu sammeln, zu tragen und zu bearbeiten, findet im Zeitraum von etwa 18 h bis 4 h vor der Geburt und damit zu einem Zeitpunkt statt, an dem die Sau bereits im Kastenstand fixiert ist. Versuche, die Sau erst mit Beginn der Geburt oder direkt nach der Geburt im Kastenstand zu fixieren, gehen mit deutlich höheren Ferkelverlusten einher und sind zudem in der Umsetzung für die Praxis ungeeignet. Unter den Bedingungen in Bewegungsbuchten unterliegt das Nestbauverhalten daher den weitreichenden Einschränkungen (keine Vorwärtsbewegung, geeignetes Nestbaumaterial inkompatibel mit dem Vollspaltenboden), die auch bei Standardbuchten mit permanenter Fixierung der Sau bestehen. Das weitere Anliegen der Abschaffung von Kastenständen, die Trennung des Liege- vom Eliminationsbereich ist während der temporären Fixierung und auch anschließend durch die fehlende Struktur der Bucht nicht bzw. kaum zu erreichen. Die Sau-Ferkel Interaktionen bleiben während der Zeit der Fixierung der Sau beeinträchtigt. In Bewegungsbuchten haben die Sauen zwar ab einige Tage nach der Geburt die Möglichkeit sich vorwärts zu bewegen oder umzudrehen, andere Verhaltensweisen werden aber, wie bisher deutlich beeinträchtigt. Allerdings haben sich Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung der Sau als potentiell geeignet für die Aufzucht von sehr großen Würfen hyperproliferativer Sauen erwiesen.

Ob Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung der Sau damit Buchten zur freien Abferkelung ohne Fixierung der Sau vorzuziehen sind, bedarf der Klärung der Frage, wie weit steigende Wurfgrößen, die deutlich über die Aufzuchtkapazitäten des Muttertieres hinausgehen, die Beeinträchtigung der Grundbedürfnisse der Sau rechtfertigen. In diesem Zusammenhang ist auch die Frage zu diskutieren, ob der mit steigenden Wurfgrößen einhergehende Anstieg der absoluten Ferkelverluste zu akzeptieren ist, während ein möglicher Anstieg der Verluste durch die freie Abferkelung als inakzeptabel bewertet wird. Die Aufzucht sehr großer Würfe wäre auch in ökonomischer Hinsicht umfassend zu evaluieren, da die unumgängliche Aufzucht der überzähligen Ferkel mit Ammensauen, die sich daraus ergebenden Beeinträchtigungen der Bestandshygiene, die Probleme bei der Versorgung der Ferkel mit Kolostrum und der höhere Betreuungsaufwand den Gewinn reduzieren.

Die Ferkelmortalität kann zwischen Herden ganz erheblich variieren. Unterschiede zwischen Herden mit geringen und hohen Verlusten lassen sich dabei oft in der Betreuung und im Management der Tiere feststellen. Der Faktor „Mensch“ bekommt damit eine entscheidende Bedeutung. Um diesen Faktor besser einschätzen und letztlich auch beeinflussen zu können, bedarf es tiefergehender Kenntnisse der Strukturen und Wege, die Betriebsleiter von Sauenbeständen zu Entscheidungen führen.

7 Zusammenfassung

Elisabeth große Beilage (2020):

Literaturübersicht zur Unterbringung von Sauen während Geburtsvorbereitung, Geburt und Säugezeit –
Vor- und Nachteile der freien Abferkelung in einer strukturierten Bucht ohne Fixierung der Sau und der Abferkelung in einer Bewegungsbucht mit temporärer Fixierung der Sau

Die mehrmonatige Unterbringung von Sauen in Kastenständen, in denen neben der Vorwärtsbewegung weitere essentielle Verhaltensweisen stark eingeschränkt sind, begründet Forderungen nach einer Abschaffung oder deutlichen Einschränkung dieser Haltungsform.
Sauen werden derzeit kurz vor und während der Geburt, während der gesamten Säugephase sowie der nachfolgenden Rausche und Frühträchtigkeit in wenig mehr als körpergroßen Kastenständen untergebracht. Die Entscheidungen über Änderungen sollten zukünftig die essentiellen Bedürfnisse der Sau und der Ferkel sowie die wirtschaftlichen Interessen des Tierhalters angemessen abwägen.
Die Geburtsvorbereitung, die Geburt und die frühe Säugephase unterliegen einer Vielzahl von Faktoren (u.a. Wurfgröße, Geburtsdauer, Kolostrumversorgung), die den Ablauf der Geburt, das Verhalten der Sau und die Aufzucht der Saugferkel beeinflussen. Schon die Änderung einzelner Faktoren kann wegen der sehr komplexen Interaktionen erheblichen Einfluss auf das gesamte System nehmen. Das derzeit praxisübliche Verfahren, die Sau vor und während der Geburt und der Säugezeit permanent im Kastenstand zu fixieren, bedarf ebenso wie mögliche Alternativen einer umfassenden, alle Faktoren berücksichtigenden Evaluierung, die zeitnah durchgeführt werden sollte. Als Alternativen zur herkömmlichen Abferkelung im Kastenstand werden Geburten in Bewegungsbuchten mit temporärer Fixierung und frei in strukturierten Buchten ohne Fixierung der Sau diskutiert.
Die vorliegende Literaturzusammenfassung abstrahiert den aktuellen Stand des Wissens zur Ferkelmortalität bei Abferkelung in Kastenständen, in Bewegungsbuchten mit temporarer Fixierung und bei freier Abferkelung ohne Fixierung der Sau. Ebenso werden die Bedürfnisse von Saugferkeln und Sauen und Anforderungen, die sich aus der gemeinsamen Unterbringung dieser Tiere mit unterschiedlichen Ansprüchen ergeben, erfasst.

8 Referenzen

Aarnink, A.J.A., Schrama, J.W., Heetkamp, M.J.W., Stefanowska, J., Huynh, T.T.T., 2006. Temperature and body weight affect fouling of pig pens. J. Animal Science 84, 2224-2231.

Ahlström, S., Jarvis, S., Lawrence, A.B., 2002. Savaging gilts are more restless and more responsive to piglets during the expulsive phase of parturition. Applied Animal Behaviour Science 76, 83-91.

Algers, B., 2011. Swedish experiences of loose housing of farrowing sows. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 69-72.

Algers, B., Uvnas-Moberg, K., 2007. Maternal behavior in pigs. Horm Behav 52, 78-85.

Alonso-Spilsbury, M., Ramirez-Necoechea R., Gonzlez-Lozano M., Mota-Rojas D. and Trujillo-Ortega M.E. , 2007. Piglet Survival in Early Lactation: A Review. . Journal of Animal and Veterinary Advances 6, 76-86.

Amdi, C., Klarlund, M.V., Hales, J., Thymann, T., Hansen, C.F., 2016. Intrauterine growth-restricted piglets have similar gastric emptying rates but lower rectal temperatures and altered blood values when compared with normal-weight piglets at birth. J Anim Sci 94, 4583-4590.

Amdi, C., Krogh, U., Flummer, C., Oksbjerg, N., Hansen, C.F., Theil, P.K., 2013. Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest insufficient amounts of colostrum. J Anim Sci 91, 5605-5613.

Andersen, H.M.-L., Pedersen, L.J., 2011. The effect of feed trough position on choice of defecation area in farrowing pens by loose sows. Applied Animal Behaviour Science 131, 48-52.

Andersen, I., Tajet, G., Haukvik, I., Kongsrud, S., Bøe, K., 2007. Relationship between postnatal piglet mortality, environmental factors and management around farrowing in herds with loose-housed, lactating sows. Acta Agriculturae Scand Section A 57, 38-45.

Andersen, I.L., 2011. Maternal investment and piglet survival - behavioural traits and other maternal traits important for piglet survival-. Free Farrowing Workshop Vienna 2011.

Andersen, I.L., 2016. Production results on the "Sow comfort" farrowing pen for loose house sows. . Proceedings, 24th International Pig Vet. Society (IPVS) Congress, Dublin, Ireland 651.

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., Berg, S., Bøe, K.E., Edwards, S., 2006. Positive handling in late pregnancy and the consequences for maternal behaviour and production in sows. Applied Animal Behaviour Science 99, 64-76.

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 : an international journal of animal bioscience 3, 592-597.

Andersen, I.L., Naevdal, E., Boe, K.E., 2011. Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (Sus scrofa). Behav Ecol Sociobiol 65, 1159-1167.

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.

ANIMALIA, 2012. Årsstatistikk 2011.

ANIMALIA, 2013. Årsstatistikk 2012.

ANIMALIA, 2014. Årsstatistikk 2013.

ANIMALIA, 2015. Årsstatistikk 2014.

ANIMALIA, 2016. Årsstatistikk 2015.

ANIMALIA, 2017. Årsstatistikk 2016.

ANIMALIA, 2018. Årsstatistikk 2017.

ANIMALIA, 2019. Årsstatistikk 2018.

Apgar, V., 1953. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. Curr Res Anaesth Analg 32, 261-267.

Arden, M., 2007. Saugferkelverluste stabil unter 7%. Schweinezucht Schweinemast Heft 6, 36-39.
Arden, M., 2018. Sau mit Charakter gesucht. Top Agrar 4/2018, S8-S11.
Arden, M., 2019. Vorsicht frei laufende Sauen. Top Argrar online.
Arey, D.S., Petchey, A.M., Fowler, V.R., 1991. The preparturient behaviour of sows in enriched pens and the effect of pre-formed nests. Applied Animal Behaviour Science 31, 61-68.
Arey, D.S., Petchey, A.M., Fowler, V.R., 1992. The effect of straw on farrowing site choice and nest building behaviour in sows. Animal Science 54, 129-133.
Backstrom, L., 1973. Environment and animal health in piglet production. A field study of incidences and correlations. Acta Vet Scand Suppl, 1-240.
Balzani, A., Cordell, H.J., Edwards, S.A., 2016a. Development of a methodology to describe udder conformation in sows. Animal : an international journal of animal bioscience 10, 432-439.
Balzani, A., Cordell, H.J., Edwards, S.A., 2016b. Evaluation of an on-farm method to assess colostrum IgG content in sows. Animal : an international journal of animal bioscience 10, 643-648.
Balzani, A., Cordell, H.J., Edwards, S.A., 2016c. Relationship of sow udder morphology with piglet suckling behavior and teat access. Theriogenology 86, 1913-1920.
Balzani, A., Cordell, H.J., Sutcliffe, E., Edwards, S.A., 2016d. Heritability of udder morphology and colostrum quality traits in swine. J Anim Sci 94, 3636-3644.
Balzani, A., Cordell, H.J., Sutcliffe, E., Edwards, S.A., 2016e. Sources of variation in udder morphology of sows. J Anim Sci 94, 394-400.
Baumgartner, J., 2011a. Free farrowing calls for unhurt, attentive and highly mobile piglets. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 27.
Baumgartner, J., 2011b. Pig industry in CH, CZ, DE, DK, NL, NO, SE, UK, AT and EU. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 3-7.
Baumgartner, J., 2016. Questions to some factors in free farrowing Free Farrowing Workshop Belfast 2016, 316.
Baumgartner, J., Winckler, C., Qunedler, E., Ofner, E., al., e., 2009. Beurteilung von serienmäßig hergestellten Abferkelbuchten in Bezug auf Verhalten, Gesundheit und biologische Leistung der Tiere sowie im Hinblick auf Arbeitszeitbedarf und Rechtskonformität, Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 1437 BMGFJ BMLFUW, GZ. LE.1.3.2/0003-II/1/2005, Wien. Zitiert nach Heidinger et al. (2017): Abschlussbericht ProSau. Evaluierung von neuen Abferkelbuchten mit Bewegungsmöglichkeiten für die Sau.Forschungsprojekt 100986, BMLFUW-LE.1.3.2/0086-II/1/2013

Baxter, E., Edwards, S., 2016. PigSAFE development un the UK and Australia. Free Farrowing Workshop Belfast 2016, 37-40.
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., Andersen, I.L., Edwards, S.A. 2018a. 2 - Sow welfare in the farrowing crate and alternatives, In: Špinka, M. (Ed.) Advances in Pig Welfare. Woodhead Publishing, 27-72.
Baxter, E.M., Edwards, S.A. 2018. Chapter 3 - Piglet mortality and morbidity: Inevitable or unacceptable?, In: Špinka, M. (Ed.) Advances in Pig Welfare. Woodhead Publishing, 73-100.
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., Farish, M., Roehe, R., Lawrence, A.B., Edwards, S.A., 2011a. Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behaviour of the farrowing sow. Applied Animal Behaviour Science 130, 28-41.
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.

Baxter, E.M., King, R.H., Bouwers, N., Balzani, A., Edwards, S.A., 2018b. Selecting the right sow - Where do we go from here? Loose Lactating Sows Workshop 2018, Copemhagen, Denmark.
Baxter, E.M., Lawrence, A.B., Edwards, S.A., 2011b. Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. Animal : an international journal of animal bioscience 5, 580-600.
Baxter, E.M., Lawrence, A.B., Edwards, S.A., 2012. Alternative farrowing accommodation: welfare and economic aspects of existing farrowing and lactation systems for pigs. Animal : an international journal of animal bioscience 6, 96-117.
Baxter, E.M., Rutherford, K.M.D., D'Eath, R.B., Arnott, G., Turner, S.P., Sandoe, P., Moustsen, V.A., Thorup, F., Edwards, S.A., Lawrence, A.B., 2013. The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors. Animal Welfare 22, 219-238.
Beaulieu, A.D., Aalhus, J.L., Williams, N.H., Patience, J.F., 2010. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. J Anim Sci 88, 2767-2778.
Berg, S., Andersen, I.L., Tajet, G.M., Haukvik, I.A., Kongsrud, S., Bøe, K.E., 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.
Berthon, D., Herpin, P., Duchamp, C., Dauncey, M.J., Le Dividich, J., 1993. Modification of thermogenic capacity in neonatal pigs by changes in thyroid status during late gestation. J Dev Physiol 19, 253-261.
Bhattarai, S., Framstad, T., Nielsen, J.P., 2018. Stillbirths in relation to sow hematological parameters at farrowing: A cohort study. JSHAP 26, 215-222.
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.
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.
Bøe, K.E., Hall, E.J.S., Cronin, G.M., 2019. The effect of pen design on pen floor cleanliness in farrowing pens for loose housed lactating sows. Livestock Science 229, 37-42.
Bohnenkamp, A.-L., Meyer, C., Müller, K., Krieter, J., 2013. Group housing with electronically controlled crates for lactating sows. Effect on farrowing, suckling and activity behavior of sows and piglets. Applied Animal Behaviour Science 145, 37-43.
Bolhuis, J.E., Raats-van den Boogaard, A.M.E., Hoofs, A.I.J., Soede, N.M., 2018. Effects of loose housing and the provision of alternative nesting material on peri-partum sow behaviour and piglet survival. Applied Animal Behaviour Science 202, 28-33.
Borges, V.F., Bernardi, M.L., Bortolozzo, F.P., Wentz, I., 2005. Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. Prev Vet Med 70, 165-176.
Boyle, L., Leonard, F.C., Lynch, P.B., Brophy, P., 1997. Prevalence and severity of skin lesions in sows housed individually during the production cycle. . Irish Vet. J. 52, 601-605.
Bracke, M.B.M., 2011. Review of wallowing in pigs: Description of the behaviour and its motivational basis. Applied Animal Behaviour Science 132, 1-13.
Bradshaw, R.H., Broom, D.M., 1999. A comparison of the behaviour and performance of sows and piglets in crates and oval pens. Animal Science 69, 327-333.
Brandt, H., Henne, H., Friedrichs, M., 2014. Genetic parameter for litter quality traits. Proceedings, 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, Canada.
Bruun, T.S., Amdi, C., Vinther, J., Schop, M., Strathe, A.B., Hansen, C.F., 2016. Reproductive performance of "nurse sows" in Danish piggeries. Theriogenology 86, 981-987.
Burfeind, O., Meyer, C., 2019. Freilauf für die Sau: So klappt es. Schweinezucht Schweinemast 6/2019, 52-55.
Burfeind, O., Meyer, C., Reinecke, S., 2018. Viele Erdrückte beim freien Abferkeln. Schweinezucht Schweinemast 5/2018, 76-79.

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.
Cabrera, R.A., Lin, X., Campbell, J.M., Moeser, A.J., Odle, J., 2012. Influence of birth order, birth weight, colostrum and serum immunoglobulin G on neonatal piglet survival. J Anim Sci Biotechnol 3, 42.
Calderón Díaz, J.A., Boyle, L.A., Diana, A., Leonard, F.C., Moriarty, J.P., McElroy, M.C., McGettrick, S., Kelliher, D., García Manzanilla, E., 2017. Early life indicators predict mortality, illness, reduced welfare and carcass characteristics in finisher pigs. Preventive Veterinary Medicine 146, 94-102.
Campos, P.H., Silva, B.A., Donzele, J.L., Oliveira, R.F., Knol, E.F., 2012. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. Animal : an international journal of animal bioscience 6, 797-806.
Casellas, J., Noguera, J., Varona, L., Sánchez, A., Arqué, M., Piedrafita, J., 2004. Viability of Iberian× Meishan F2 newborn pigs. II. Survival analysis up to weaning. J Ani Sci 82, 1925-1930.
Castrén, H., Algers, B., de Passillé, A.M., Rushen, J., Uvnäs-Moberg, K., 1993. Preparturient variation in progesterone, prolactin, oxytocin and somatostatin in relation to nest building in sows. Applied Animal Behaviour Science 38, 91-102.
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.
Chidgey, K.L., Morel, P.C.H., Stafford, K.J., Barugh, I.W., 2016a. Observations of sows and piglets housed in farrowing pens with temporary crating or farrowing crates on a commercial farm. Applied Animal Behaviour Science 176, 12-18.
Chidgey, K.L., Morel, P.C.H., Stafford, K.J., Barugh, I.W., 2016b. The performance and behaviour of gilts and their piglets is influenced by whether they were born and reared in farrowing crates or farrowing pens. Livestock Science 193, 51-57.
Christensen, J., Svensmark, B., 1997. Evaluation of producer-recorded causes of preweaning mortality in Danish sow herds. Prev Vet Med 32, 155-164.
Cielejewski, H., 2020. So machen Sie Gülle sexy. Top Agrar Online.
Clough, C., Baxter, M., 1984. Has the crate had its day? Pig Farm 32, 49.
Collins, E.R., Kornegay, E.T., Bonnette, E.D., 1987. The effects of two confinement systems on the performance of nursing sows and their litters. Applied Animal Behaviour Science 17, 51-59.
Condous, P.C., Plush, K.J., Tilbrook, A.J., van Wettere, W.H., 2016. Reducing sow confinement during farrowing and in early lactation increases piglet mortality. J Anim Sci 94, 3022-3029.
Craig, J.R., Dunshea, F.R., Cottrell, J.J., Wijesiriwardana, U.A., Pluske, J.R., 2019. Primiparous and Multiparous Sows Have Largely Similar Colostrum and Milk Composition Profiles Throughout Lactation. Animals : an open access journal from MDPI 9, 35.
Cronin, G., Lefébure, B., McClintock, S., 2000a. A comparison of piglet production and survival in the Werribee Farrowing Pen and conventional farrowing crates at a commercial farm. Animal Production Science 40, 17-23.
Cronin, G.M., Lefébure, B., McClintock, S., 2000b. 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., 1992a. Effects of accommodation type and straw bedding around parturition and during lactation on the behaviour of primiparous sows and survival and growth of piglets to weaning. Applied Animal Behaviour Science 33, 191-208.
Cronin, G.M., Smith, J.A., 1992b. Suckling behaviour of sows in farrowing crates and straw-bedded pens. Applied Animal Behaviour Science 33, 175-189.
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., van Amerongen, G., 1991. The effects of modifying the farrowing environment on sow behaviour and survival and growth of piglets. Applied Animal Behaviour Science 30, 287-298.
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.
Damgaard, L.H., Rydhmer, L., Lovendahl, P., Grandinson, K., 2003. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. J Anim Sci 81, 604-610.
Damm, B., Pedersen, L., 2010. Eliminative Behaviour in Preparturient Gilts Previously Kept in Pens or Stalls. Acta Agriculturae Scandinavica - Section A: Animal Science 50, 316-320.
Damm, B.I., Bildsøe, M., Gilbert, C., Ladewig, J., Vestergaard, K.S., 2002. The effects of confinement on periparturient behaviour and circulating prolactin, prostaglandin F2α and oxytocin in gilts with access to a variety of nest materials. Applied Animal Behaviour Science 76, 135-156.
Damm, B.I., Forkman, B., Pedersen, L.J., 2005. 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., 2003a. 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., Marchant-Forde, J.N., Gilbert, C.L., 2003b. Does feed-back from a nest affect periparturient behaviour, heart rate and circulatory cortisol and oxytocin in gilts? Applied Animal Behaviour Science 83, 55-76.
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 Vos, M., Che, L., Huygelen, V., Willemen, S., Michiels, J., Van Cruchten, S., Van Ginneken, C., 2014. Nutritional interventions to prevent and rear low-birthweight piglets. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl) 98, 609-619.
Decaluwe, R., Maes, D., Declerck, I., Cools, A., Wuyts, B., De Smet, S., Janssens, G.P., 2013. Changes in back fat thickness during late gestation predict colostrum yield in sows. Animal : an international journal of animal bioscience 7, 1999-2007.
Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J., 2014. Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. Livestock Science 162, 185-192.
Declerck, I., Sarrazin, S., Dewulf, J., Maes, D., 2017. Sow and piglet factors determining variation of colostrum intake between and within litters. Animal : an international journal of animal bioscience 11, 1336-1343.
Deter, A., 2019. Kot und Harn trennen? Top Agrar-online.
Devillers, N., Farmer, C., Le Dividich, J., Prunier, A., 2007. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. Animal : an international journal of animal bioscience 1, 1033-1041.
Devillers, N., Le Dividich, J., Prunier, A., 2011. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. Animal : an international journal of animal bioscience 5, 1605-1612.
Douglas, C., Bateson, M., Walsh, C., Bédué, A., Edwards, S.A., 2012. Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. Applied Animal Behaviour Science 139, 65-73.
Edwards, S., 2018. LLS-18 - reflections on day 1 proceedings. Loose Lactating Sows Workshop 2018, Copemhagen, Denmark.
Edwards, S.A., 2002. Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? Livestock Production Science 78, 3-12.
Edwards, S.A., Armsby, A.W., Large, J.W., 1988. Effects of feed station design on the behaviour of group-housed sows using an electronic individual feeding system. Livestock Production Science 19, 511-522.
Edwards, S.A., Furniss, S.J., 1988. The effects of straw in crated farrowing systems on peripartal behaviour of sows and piglets. British Veterinary Journal 144, 139-146.

Edwards, S.A., Lightfoot, A.L., 1986. The effect of floor type in farrowing pens on pig injury. II. Leg and teat damage of sows. The British veterinary journal 142, 441-445.
EFSA, 2007. Animal health and welfare aspects of different housing and husbandry systems for adult breeding boars, pregnant, farrowing sows and unweaned piglets. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare. The EFSA Journal 572, 1-13.
Farmer, C., 2019. Review: Mammary development in lactating sows: the importance of suckling. Animal : an international journal of animal bioscience 13, s20-s25.
Farmer, C., Quesnel, H., 2009. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows1. Journal of Animal Science 87, 56-64.
Ferrari, C.V., Sbardella, P.E., Bernardi, M.L., Coutinho, M.L., Vaz, I.S., Jr., Wentz, I., Bortolozzo, F.P., 2014. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. Prev Vet Med 114, 259-266.
Fix, J.S., Cassady, J.P., Holl, J.W., Herring, W.O., Culbertson, M.S., See, M.T., 2010. Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. Livestock Science 132, 98-106.
Foisnet, A., Farmer, C., David, C., Quesnel, H., 2010. Relationships between colostrum production by primiparous sows and sow physiology around parturition. J Anim Sci 88, 1672-1683.
Forskrift om hold av svin, 2003.
Foxcroft, G.R., Dixon, W.T., Novak, S., Putman, C.T., Town, S.C., Vinsky, M.D., 2006. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. J Anim Sci 84 Suppl, E105-112.
Fraser, A., Broom, D., 1990. Farm Animal Behaviour and Welfare.
Fraser, D., 1990. Behavioural perspectives on piglet survival. J Reprod Fertil Suppl 40, 355-370.
Freitag, M., Stalljohann, G., 2007. Besserer Start bei höheren Geburtsgewichten! Schweinezucht Schweinemast Heft 5, 40-44.
Friedli, K., Weber, R., Troxler, J., 1994. Abferkelbuchten für Muttersauen ohne erhöhte Gefahr für die Ferkel. FAT-Berichte 1994/Nr. 452.
Friedrich, L., Krieter, J., Kemper, N., Czycholl, I., 2019a. Test-Retest Reliability of the 'Welfare Quality((R)) Animal Welfare Assessment Protocol for Sows and Piglets'. Part 1. Assessment of the Welfare Principle of 'Appropriate Behavior'. Animals (Basel) 9.
Friedrich, L., Krieter, J., Kemper, N., Czycholl, I., 2019b. Test-retest reliability of the Welfare Quality Assessment protocol for pigs applied to sows and piglets. Part 2. Assessment of the principles good feeding, good housing, and good health1. J Anim Sci 97, 1143-1157.
Gäde, S., Bennewitz, J., Kirchner, K., Looft, H., Knap, P., Thaller, G., Kalm, E., 2008. Genetic parameters for maternal behaviour traits in sows. Livestock Science - LIVEST SCI 114, 31-41.
Galiot, L., Lachance, I., Laforest, J.P., Guay, F., 2018. Modelling piglet growth and mortality on commercial hog farms using variables describing individual animals, litters, sows and management factors. Anim Reprod Sci 188, 57-65.
Gaskins, H.R., Kelly, K.W., 1995. Immunology and neonatal mortality. Varley M.A. (Hrsg.), The neonatal pig development and survival. CAB International,, 39-56.
Geiping, L., grosse Beilage, E., 2020. Mortalität bei neonatalen Saugferkeln – eine Literaturübersicht zu Umfang und Risikofaktoren. Praktische Tierarzt 101, 280-290.
Glastonbury, J.R., 1976. A survey of preweaning mortality in the pig. Aust Vet J 52, 272-276.
Gondret, F., Lefaucheur, L., Louveau, I., Lebret, B., Pichodo, X., Le Cozler, Y., 2005. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. Livestock Production Science 93, 137-146.
Grandinson, K., Rydhmer, L., Strandberg, E., Solanes, F.X., 2005. Genetic analysis of body condition in the sow during lactation, and its relation to piglet survival and growth. Animal Science 80, 33-40.
Grandjot, G., 2007. Klauenprobleme gehen ins Geld. . Schweinezucht Schweinemast Heft 5, 28.
Greshake, F., 2017. Sauengenetiken: Wie vital sind unsere Tiere? . Schweinezucht Schweinemast Heft 1, 40-43.

Greshake, F., 2019a. Wurfleistung nach Sauenherkunft ausgewertet. Schweinezucht Schweinemast Heft 1, 56.
Greshake, F., 2019b. Im Schnitt 15,1 Ferkel je Wurf! Schweinezucht Schweinemast Heft 5, 28.
Grimberg-Henrici, C.G.E., Büttner, K., Lohmeier, R.Y., Burfeind, O., Krieter, J., 2019. The effect of group-housing with free-farrowing pens on reproductive traits and the behaviour of low-risk and high-risk crushing sows. Applied Animal Behaviour Science 211, 33-40.
Grimberg-Henrici, C.G.E., Czycholl, I., Burfeind, O., Krieter, J., 2017. What do maternal tests actually test? Applied Animal Behaviour Science 189, 23-28.
Gu, Z., Gao, Y., Lin, B., Zhong, Z., Liu, Z., Wang, C., Li, B., 2011. Impacts of a freedom farrowing pen design on sow behaviours and performance. Prev Vet Med 102, 296-303.
Gustafsson, M., Jensen, P., de Jonge, F.H., Illmann, G., Spinka, M., 1999. Maternal behaviour of domestic sows and crosses between domestic sows and wild boar. Applied Animal Behaviour Science 65, 29-42.
Hacker, R., Ogilvie, J., Morrison, W., Kains, F., 1994. Factors affecting excretory behavior of pigs. Journal of animal science 72, 1455-1460.
Hales, J., Moustsen, V.A., Devreese, A.M., Nielsen, M.B.F., Hansen, C.F., 2015a. Comparable farrowing progress in confined and loose housed hyper-prolific sows. Livestock Science 171, 64-72.
Hales, J., Moustsen, V.A., Hansen, C., 2011. Physical characteristics of surviving piglets born in a loose farrowing system. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 25.
Hales, J., Moustsen, V.A., Nielsen, M.B., Hansen, C.F., 2013. Individual physical characteristics of neonatal piglets affect preweaning survival of piglets born in a noncrated system. J Anim Sci 91, 4991-5003.
Hales, J., Moustsen, V.A., Nielsen, M.B., Hansen, C.F., 2014. Higher preweaning mortality in free farrowing pens compared with farrowing crates in three commercial pig farms. Animal : an international journal of animal bioscience 8, 113-120.
Hales, J., Moustsen, V.A., Nielsen, M.B., Hansen, C.F., 2015b. Temporary confinement of loose-housed hyperprolific sows reduces piglet mortality. J Anim Sci 93, 4079-4088.
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.
Hansen, C.F., Hales, J., Amdi, C., Moustsen, V.A., 2019. Intrauterine growth-restricted piglets defined by their head shape have impaired survival and growth during the suckling period. Animal Production Science 59, 1056-1062.
Hansen, C.F., Hales, J., Weber, P.M., Edwards, S.A., Moustsen, V.A., 2017. Confinement of sows 24h before expected farrowing affects the performance of nest building behaviours but not progress of parturition. Applied Animal Behaviour Science 188, 1-8.
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.
Hartsock, T.G., Barczewski, R.A., 1997. Prepartum behaviour in swine: effects of pen size. J. Anim. Sci. 75, 2899-2904.
Haskell, M.J., Hutson, G.D., Dickenson, L.G., Palmer, S., 1997. The pre-farrowing behaviour of sows with operant access to space for locomotion. Applied Animal Behaviour Science 51, 51-58.
Heidinger, B., Stinglmayer, J., Maschat, K., Oberer, M., al., e., 2017. Abschlussbericht ProSau. Evaluierung von neuen Abferkelbuchten mit Bewegungsmöglichkeiten für die Sau.Forschungsprojekt 100986, BMLFUW-LE.1.3.2/0086-II/1/2013

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 24h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. Livestock Science 150, 121-127.

Heinonen, M., Peltoniemi, O., Valros, A., 2013. Impact of lameness and claw lesions in sows on welfare, health and production. Livestock Science 156, 2-9.
Hemsworth, P.H., Brand, A., Willems, P., 1981. The behavioural response of sows to the presence of human beings and its relation to productivity. Livestock Production Science 8, 67-74.
Hemsworth, P.H., Pedersen, V., Cox, M., Cronin, G.M., Coleman, G.J., 1999. A note on the relationship between the behavioural response of lactating sows to humans and the survival of their piglets. Applied Animal Behaviour Science 65, 43-52.
Hemsworth, P.H., Winfield, C.G., Mullaney, P.D., 1976. A study of the development of the teat order in piglets. Applied Animal Ethology 2, 225-233.
Hendrix, N., Berghella, V., 2008. Non-placental causes of intrauterine growth restriction. Semin Perinatol 32, 161-165.
Herpin, P., Damon, M., Le Dividich, J., 2002. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. Livestock Production Science 78, 25-45.
Herpin, P., Le Dividich, J., Hulin, J.C., Fillaut, M., De Marco, F., Bertin, R., 1996. Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. J Anim Sci 74, 2067-2075.
Herrmann, W., 2018. Mut zu Neuem. agrarheute Schwein 08-2018, 10-14.
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.
Hickl, E., 2019. Entwicklung und Prüfung von innovativen Freilaufabferkelbuchten unter den Aspekten von Gesundheit, Verhalten und Leistungen der Tiere. VVB Laufersweiler Verlag ISBN 978-3-8359-6826-4.
Hickl, E., Hoy, S., Lehnert, H., 2018. Hohe Verluste beim freien Abferkeln. Tiop Agrar 9/2018, S10-S14.
Hilgers, J., 2011. Frühe Sauenabgänge vermeiden! Schweinezucht Schweinemast Heft 2, 46.
Holyoake, P.K., Dial, G.D., Trigg, T., King, V.L., 1995. Reducing pig mortality through supervision during the perinatal period. J Anim Sci 73, 3543-3551.
Hoshino, Y., Sasaki, Y., Koketsu, Y., 2009. A high percentage of pigs born dead in litters in high-, intermediate- and low-performing herds. J Vet Med Sci 71, 1579-1583.
Hoy, S., 2009. Nutztierethologie. UTB, ISBN 3-8252-3312-9.
Hoy, S., 2019. Freie Abferkelung: mehr Arbeit. Schweinezucht Schweinemast 5/2019, 38.
Hrupka, B.J., Leibbrandt, V.D., Crenshaw, T.D., Benevenga, N.J., 1998. The effect of farrowing crate heat lamp location on sow and pig patterns of lying and pig survival. J Anim Sci 76, 2995-3002.
Hrupka, B.J., Leibbrandt, V.D., Crenshaw, T.D., Benevenga, N.J., 2000. The effect of thermal environment and age on neonatal pig behavior. J Anim Sci 78, 583-591.
Hurley, W.L., 2019. Review: Mammary gland development in swine: embryo to early lactation. Animal : an international journal of animal bioscience 13, s11-s19.
Illmann, G., Chaloupková, H., Melišová, M., 2016. Impact of sow prepartum behavior on maternal behavior, piglet body weight gain, and mortality in farrowing pens and crates1. Journal of Animal Science 94, 3978-3986.
Isberg, S., 2013. Management factors influencing sow productivity in successful Swedish and Danish herds. Swedish University of Argricultural Sciences, Dep. Animal Breeding and Genetics, Uppsala, Master Thesis
Ison, S.H., Wood, C.M., Baxter, E.M., 2015. Behaviour of pre-pubertal gilts and its relationship to farrowing behaviour in conventional farrowing crates and loose-housed pens. Applied Animal Behaviour Science 170, 26-33.
Jais, C., Schneider, F., 2017. Versuchsergebnisse zum Einsatz verschiedener bewegungsbuchten am LVFZ Schwarzenau. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung.

Janczak, A.M., Pedersen, L.J., Rydhmer, L., Bakken, M., 2003. Relation between early fear- and anxiety-related behaviour and maternal ability in sows. Applied Animal Behaviour Science 82, 121-135.
Jensen, P., 1986. Observations on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. Applied Animal Behaviour Science 16, 131-142.
Jensen, P., Verstergaard, K., B., A., 1993. Nest building in domestic sows: the role of external stiumli. Animal Behaviour 45, 351-358.
Johnson, A.K., Marchant Forde, J.N., 2009. The welfare of pigs in the farrowing environment. in: Marchant-Forde, J.N. (Ed.): The Welfare of Pigs; Springer, The Netherlands.
Kaiser, A., Sonntag W., Spiller, A., 2016. Verbraucher wollen keinen Kastenstand. Schweinezucht Schweinemast 5/2016, 81.
Kammersgaard, T.S., Pedersen, L.J., Jorgensen, E., 2011. Hypothermia in neonatal piglets: interactions and causes of individual differences. J Anim Sci 89, 2073-2085.
Kamphues, B., 2004. Vergleich von Haltungsvarianten für die Einzelhaltung von säugenden Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf das Tierverhalten und der Wirtschaftlichkeit. Georg-August-Universität Göttingen, Fakultät für Agrarwissenschaften, Dissertation.
Kielland, C., Wisloff, H., Valheim, M., Fauske, A.K., Reksen, O., Framstad, T., 2018. Preweaning mortality in piglets in loose-housed herds: etiology and prevalence. Animal : an international journal of animal bioscience 12, 1950-1957.
Kilbride, A.L., Mendl, 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. Prev Vet Med 104, 281-291.
King, R.L., Baxter, E.M., Matheson, S.M., Edwards, S.A., 2018a. Sow free farrowing behaviour: Experiential, seasonal and individual variation. Applied Animal Behaviour Science 208, 14-21.
King, R.L., Baxter, E.M., Matheson, S.M., Edwards, S.A., 2018b. Temporary crate opening procedure affects immediate post-opening piglet mortality and sow behaviour. Animal : an international journal of animal bioscience 13, 189-197.
King, R.L., Baxter, E.M., Matheson, S.M., Edwards, S.A., 2019. Consistency is key: interactions of current and previous farrowing system on litter size and piglet mortality. Animal : an international journal of animal bioscience 13, 180-188.
Kirkden, R.D., Broom, D.M., Andersen, I.L., 2013. INVITED REVIEW: Piglet mortality: Management solutions1. Journal of Animal Science 91, 3361-3389.
Knapp, P., 2011. Genetic aspects of mother abilitites and piglet survival. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 15-16.
Koller, M., Tichy, A., Baumgartner, J., 2014. Haltungsbedingte Schäden, Fortbewegungs- und Ruheverhalten von Sauen in drei Typen von Abferkelbuchten ohne Kastenstand. Wiener Tierärztliche Monatsschrift 101, 160-172.
König, N., Kauffold, J., 2018. Plazenta bei Dänensauen effizienter. . Schweinezucht Schweinemast Heft 6, 52.
Könighoff, P., 2018. Beurteilung von management-, infektiös- und saisonal bedingten Einflüssen auf Fruchtbarkeitskennzahlen in Sauenbeständen anhand der Auswertung von Sauenplanerdaten Ludwig-Maximilians-Universität München, Diss.
Küster, S., Kardel, M., Ammer, S., Brünger, J., Koch, R., Traulsen, I., 2020. Usage of computer vision analysis for automatic detection of activity changes in sows during final gestation. Computers and Electronics in Agriculture 169, 105177.
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 : an international journal of animal bioscience 9, 1373-1378.
Langendijk, P., Fleuren, M., van Hees, H., van Kempen, T., 2018. The Course of Parturition Affects Piglet Condition at Birth and Survival and Growth through the Nursery Phase. Animals (Basel) 8.

Larsen, M.L., Pedersen, L.J., 2015. Does light attract piglets to the creep area? Animal : an international journal of animal bioscience 9, 1032-1037.
Larsen, M.L.V., Thodberg, K., Pedersen, L.J., 2017. Radiant heat increases piglets' use of the heated creep area on the critical days after birth. Livestock Science 201, 74-77.
Lawrence, A., 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.
Leenhouwers, J.J.v.d.L., T. ; Knol, E.F., 1999. Analysis of stillbirth in different lines of pig. Livestock Production Science 57, 243 - 253.
Lensink, B.J., Leruste, H., De Bretagne, T., Bizeray-Filoche, D., 2009a. Sow behaviour towards humans during standard management procedures and their relationship to piglet survival. Applied Animal Behaviour Science 119, 151-157.
Lensink, B.J., Leruste, H., Le Roux, T., Bizeray-Filoche, D., 2009b. Relationship between the behaviour of sows at 6 months old and the behaviour and performance at farrowing. Animal : an international journal of animal bioscience 3, 128-134.
Lohmeier, R.Y., Gimberg-Henrici, C.G.E., Burfeind, O., Krieter, J., 2019. Suckling behaviour and health parameters of sows and piglets in free-farrowing pens. Applied Animal Behaviour Science 211, 25-32.
Lohmeier, R.Y., Grimberg-Henrici, C.G.E., Büttner, K., Burfeind, O., Krieter, J., 2020. Farrowing pens used with and without short-term fixation impact on reproductive traits of sows. Livestock Science 231, 103889.
Lou, Z., Hurnik, J.F., 1994. An ellipsoid farrowing crate: its ergonomical design and effects on pig productivity. J Anim Sci 72, 2610-2616.
Lucia, T., Jr., Correa, M.N., Deschamps, J.C., Bianchi, I., Donin, M.A., Machado, A.C., Meincke, W., Matheus, J.E., 2002. Risk factors for stillbirths in two swine farms in the south of Brazil. Prev Vet Med 53, 285-292.
Luther, H., 2018. Freilaufbucht: Jetzt Weichen stellen? Schweinezucht Schweinemast 1/2018, 9.
Maffeo, G., Vigo, D., Ballabio, R., Olivia, O., Cairoli F., Jochle, W., 1990. Uterine Motility in Sows During Spontaneous Parturition and Induced Parturitions with the PGF Analog Alfbprostol and Oxytocin. Reproduction in Domestic Animals 25, 36-43.
Mainau, E., Manteca, X., 2011. Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows. Applied Animal Behaviour Science 135, 241-251.
Maletínská, J., Špinka, M., 2001. Cross-suckling and nursing synchronisation in group housed lactating sows. Applied Animal Behaviour Science 75, 17-32.
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., Broom, D., 1996. Factors affecting posture changing in loose-housed and confined gestating sows. Animal Science 63, 477-485.
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., 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., Mendl, 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. The Veterinary record 147, 209-214.
McGlone, J.J., Blecha, F., 1987. An examination of behavioural, immunological and productive traits in four management systems for sows and piglets. Applied Animal Behaviour Science 18, 269-286.
McGlone, J.J., Morrow-Tesch, J., 1990. Productivity and behavior of sows in level vs. sloped farrowing pens and crates. . Journal of Animal Science 68, 82–87.

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.
Mellor, D.J., Stafford, K.J., 2004. Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. Veterinary journal (London, England : 1997) 168, 118-133.
Meyer, E., 2018. Ohne Ferkelschutzkorb geht es nicht! Schweinezucht Schweinemast 2/2018, 5.
Meyer, E., Müller, K., 2006. Mehr Zitzenverletzungen bei diagonaler Aufstallung. Schweinezucht Schweinemast, 32-37.
Milligan, B., Fraser, D., Kramer, D., 2002. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. Livestock Production Science 76, 181-191.
Morello, G.M., Marchant-Forde, J.N., Cronin, G.M., Morrison, R.S., Rault, J.L., 2019. Higher light intensity and mat temperature attract piglets to creep areas in farrowing pens. Animal : an international journal of animal bioscience 13, 1696-1703.
Morrison, R., 2018. Introducing loose farrowing systems and engaging stockpeople. Loose Lactating Sows Workshop 2018, Copemhagen, Denmark.
Morton, J.M., Langemeier, A.J., Rathbun, T.J., Davis, D.L., 2019. Immunocrit, colostrum intake, and preweaning body weight gain in piglets after split suckling based on birth weight or birth order1. Translational Animal Science 3.
Mota-Rojas, D., Martinez-Burnes, J., Trujillo, M.E., Lopez, A., Rosales, A.M., Ramirez, R., Orozco, H., Merino, A., Alonso-Spilsbury, M., 2005. Uterine and fetal asphyxia monitoring in parturient sows treated with oxytocin. Anim Reprod Sci 86, 131-141.
Moustsen, V.A., Hales, J., Hansen, C., 2011a. Farrowing systems with temporary crating. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 46-50.
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 : an international journal of animal bioscience 7, 648-654.
Moustsen, V.A., Lahrmann, H.P., D'Eath, R.B., 2011b. Relationship between size and age of modern hyper-prolific crossbred sows. Livestock Science 141, 272-275.
Muirhead, M.R., Alexander T.J.L., Carr J., 2013. Managing pig health: a reference fir the farm. The stillborn pig. . 5 M PUB.
Muns, R., Manzanilla, E.G., Sol, C., Manteca, X., Gasa, J., 2013. Piglet behavior as a measure of vitality and its influence on piglet survival and growth during lactation. J Anim Sci 91, 1838-1843.
Muns, R., Nuntapaitoon, M., Tummaruk, P., 2016. Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. Livestock Science 184, 46-57.
Munsterhjelm, C., Heinonen, M., Valros, A., 2016. Can tail-in-mouth behaviour in weaned piglets be predicted by behaviour and performance? Applied Animal Behaviour Science 184, 16-24.
Naya, A., Gertz, M., Hasler, M., Große Beilage, E., Krieter, J., 2019a. Does a higher content of fibre in the piglet diet have an influence on tail biting in growing pigs? Livestock Science 223, 133-137.
Naya, A., Traulsen, I., Gertz, M., Hasler, M., Burfeind, O., große Beilage, E., Krieter, J., 2019b. Is tail biting in growing pigs reduced by a prolonged suckling period? Applied Animal Behaviour Science 211, 41-46.
Nicolaisen, T., Luhken, E., Volkmann, N., Rohn, K., Kemper, N., Fels, M., 2019. The Effect of Sows' and Piglets' Behaviour on Piglet Crushing Patterns in Two Different Farrowing Pen Systems. Animals (Basel) 9.
Niggemeyer, H., 2013. Freilaufbucht - Zeit noch nicht reif! Schweinezucht Schweinemast 1/2013, 18-21.
Niggemeyer, H., 2016. Friedliche Sauen züchten. Schweinezucht Schweinemast 5/2016, 52-55.
Niggemeyer, H., 2017. Experiment Gruppensäugen. Schweinezucht Schweinemast 4/2017, 48-51.
Niggemeyer, H., 2018. Auf die Mama kommt es an! Schweinezucht Schweinemast 4/2018, 32-35.

Nuntapaitoon, M., Muns, R., Tummaruk, P., 2018. Newborn traits associated with pre-weaning growth and survival in piglets. Asian-Australas J Anim Sci 31, 237-244.
Ocepek, M., Andersen-Ranberg, I., Edwards, S.A., Fredriksen, B., Framstad, T., Andersen, I.L., 2016. Can a super sow be a robust sow? Consequences of litter investment in purebred and crossbred sows of different parities. J Anim Sci 94, 3550-3560.
Ocepek, M., Andersen, I.L., 2017. What makes a good mother? Maternal behavioural traits important for piglet survival. Applied Animal Behaviour Science 193, 29-36.
Ocepek, M., Newberry, R.C., Andersen, I.L., 2017a. Trade-offs between litter size and offspring fitness in domestic pigs subjected to different genetic selection pressures. Applied Animal Behaviour Science 193, 7-14.
Ocepek, M., Rosvold, E.M., Andersen-Ranberg, I., Andersen, I.L., 2017b. Can we improve maternal care in sows? Maternal behavioral traits important for piglet survival in loose-housed sow herds. Journal of animal science 95, 4708-4717.
Oliviero, C., Heinonen, M., Valros, A., Hälli, O., Peltoniemi, O.A.T., 2008. Effect of the environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation. Animal Reproduction Science 105, 365-377.
Oliviero, C., Heinonen, M., Valros, A., Peltoniemi, O., 2010. Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. Anim Reprod Sci 119, 85-91.
Olsen, A.N.W., Dybkjær, L., Vestergaard, K.S., 1998. Cross-suckling and associated behaviour in piglets and sows. Applied Animal Behaviour Science 61, 13-24.
Olsson, A.-C., Botermans, J., Englund, J.-E., 2018. Piglet mortality – A parallel comparison between loose-housed and temporarily confined farrowing sows in the same herd. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science 68, 52-62.
Olsson, A.C., Botermans, J., 2018. Temporary confinement of the sow to reduce piglet mortality? Loose Lactating Sows Workshop 2018, Copemhagen, Denmark.
Oostindjer, M., van den Brand, H., Kemp, B., Bolhuis, J.E., 2011. Effects of environmental enrichment and loose housing of lactating sows on piglet behaviour before and after weaning. Applied Animal Behaviour Science 134, 31-41.
Orozco-Gregorio, H., Mota-Rojas, D., Alonso-Spilsbury, M., Olmos-Hernandez, A., Ramirez-Necoechea, R., Velazquez-Armenta, E.Y., Nava-Ocampo, A.A., Hernandez-Gonzalez, R., Trujillo-Ortega, M.E., Villanueva-Garcia, D., 2008. Short-term neurophysiologic consequences of intrapartum asphyxia in piglets born by spontaneous parturition. Int J Neurosci 118, 1299-1315.
Pajor, E.A., Kramer, D.L., Fraser, D., 2000. Regulation of contact with offspring by domestic sows: temporal patterns and individual variation. Ethology 106, 37-51.
Pajor, E.A., Weary, D.M., Caceres, C., Fraser, D., Kramer, D.L., 2002. Alternative housing for sows and litters: Part 3. Effects of piglet diet quality and sow-controlled housing on performance and behaviour. Applied Animal Behaviour Science 76, 267-277.
Pajor, E.A., Weary, D.M., Fraser, D., Kramer, D.L., 1999. Alternative housing for sows and litters: 1. Effects of sow-controlled housing on responses to weaning. Applied Animal Behaviour Science 65, 105-121.
Pandolfi, F., Edwards, S.A., Robert, F., Kyriazakis, I., 2017. Risk factors associated with the different categories of piglet perinatal mortality in French farms. Prev Vet Med 137, 1-12.
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. Prev Vet Med 110, 206-213.
Papadopoulos, G.A., Vanderhaeghe, C., Janssens, G.P., Dewulf, J., Maes, D.G., 2010. Risk factors associated with postpartum dysgalactia syndrome in sows. Veterinary journal (London, England : 1997) 184, 167-171.
Parfet, K.A., Gonyou, H.W., 1991. Attraction of newborn piglets to auditory, visual, olfactory and tactile stimuli. J Anim Sci 69, 125-133.

Pastell, M., Hietaoja, J., Yun, J., Tiusanen, J., Valros, A., 2016. Predicting farrowing of sows housed in crates and pens using accelerometers and CUSUM charts. Computers and Electronics in Agriculture 127, 197-203.
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, 1207-1218.
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., Malmkvist, J., Kammersgaard, T., Jorgensen, E., 2013. Avoiding hypothermia in neonatal pigs: effect of duration of floor heating at different room temperatures. J Anim Sci 91, 425-432.
Pedersen, L.J., Studnitz, M., Jensen, K.H., Giersing, A.M., 1998. Suckling behaviour of piglets in relation to accessibility to the sow and the presence of foreign litters. Applied Animal Behaviour Science 58, 267-279.
Petherick, J.C., 1983. A biological basis for the design of space in livestock housing. Martinus Nijhoff, The Hauge.
Phillips, P.A., Fraser, D., 1993. Developments in farrowing housing for sows and litters. . Pig News and Information 14, 51N-55N.
Phillips, P.A., Fraser, D., Pawluczuk, B., 2000. Floor temperature preference of sows at farrowing. Applied Animal Behaviour Science 67, 59-65.
Pluym, L.M., Van Nuffel, A., Van Weyenberg, S., Maes, D., 2013. Prevalence of lameness and claw lesions during different stages in the reproductive cycle of sows and the impact on reproduction results. Animal : an international journal of animal bioscience 7, 1174-1181.
Pokorná, Z., Illmann, G., Šimečková, M., Chaloupková, H., Kratinová, P., 2008. Carefulness and flexibility of lying down behaviour in sows during 24h post-partum in relation to piglet position. Applied Animal Behaviour Science 114, 346-358.
Price, E., 1999. Behavioral development in animals undergoing domestication. Applied Animal Behaviour Science 65, 245-271.
Putz, K., 2002. Haltungsbedingte Verletzungen bei Sauen und Ferkeln in strohlosen Abferkelstallungen. Veterinärmedizinische Universität Wien, Dissertation.
Quesnel, H., Farmer, C., Devillers, N., 2012. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. Livestock Science 146, 105-114.
Quiniou, N., Dagorn, J., Gaudré, D., 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. Livestock Production Science 78, 63-70.
Randall, G.C., 1971. The relationship of arterial blood pH and pCO2 to the viability of the newborn piglet. Can J Comp Med 35, 141-146.
Randall, G.C., 1972. Observations on parturition in the sow. II. Factors influencing stillbirth and perinatal mortality. The Veterinary record 90, 183-186.
Randall, J.M., Armsby, A.W., Sharp, J.R., 1983. Cooling gradients across pens in a finishing piggery: II. Effects on excretory behaviour. Journal of Agricultural Engineering Research 28, 247-259.
Rangstrup-Christensen, L., Schild, S.-L.A., Pedersen, L.J., Sørensen, J.T., 2018. Causes of preweaning mortality in organic outdoor sow herds. Research in Veterinary Science 118, 171-180.
Ravel, A., D'Allaire, S., Bigras-Poulin, M., 1996. Influence of management, housing and personality of the stockperson on preweaning performances on independent and integrated swine farms in Québec. Preventive Veterinary Medicine 29, 37-57.
Reiner, G., 2015. Metritis, Mastitis, Agalaktie (MMA)/ Postpartales Dysgalaktie-Syndrom (PPDS). Reiner G (Hrsg.) Krankes Schwein-kranker Bestand. Utb Stuttgart 213–217.
Revermann, R., Winckler, C., Fuerst-Waltl, B., Leeb, C., Pfeiffer, C., 2018. Assessment of viability of new born piglets using an adjusted APGAR score. J Cent Eur Agric 19, 829-833.

Richter, T., 2007. Haltung von Sauen in Bewegungsbuchten. DVG-Fachgruppe "Angewandte Ethologie": 10. Fachtagung der Fachgruppe, Thema: Verhaltenskunde, Tierhaltung und Tierschutz, 12.-14.04.07, München

Richter, T., 2011. Haltung von Sauen in Bewegungsbuchten - die Entwicklung der Nürtinger e-motion-Bucht. Landtechnik 66.

Robertson, J.B., Laird, R., Hall, J.K.S., Forsyth, R.J., Thomson, J.M., Walker-Love, J., 1966. A comparison of two indoor farrowing systems for sows. . Anim. Prod. 8, 171-177.

Roehe, R., 1999. Genetic determination of individual birth weight and its association with sow productivity traits using Bayesian analyses. J Anim Sci 77, 330-343.

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.

Romeo, R., Akaysha, C., Tang, A., Sullivan, R., 2009. Early-Life Experiences: Enduring Behavioral, Neurological, and Endocrinological Consequences. Hormones, Brain and Behavior Online.

Rootwelt, V., Reksen, O., Farstad, W., Framstad, T., 2012. Associations between intrapartum death and piglet, placental, and umbilical characteristics. J Anim Sci 90, 4289-4296.

Rootwelt, V., Reksen, O., Farstad, W., Framstad, T., 2013. Postpartum deaths: piglet, placental, and umbilical characteristics. J Anim Sci 91, 2647-2656.

Rosvold, E.M., Andersen, I.-L., 2019. Straw vs. peat as nest-building material – The impact on farrowing duration and piglet mortality in loose-housed sows. Livestock Science 229, 203-209.

Rosvold, E.M., Kielland, C., Ocepek, M., Framstad, T., Fredriksen, B., Andersen-Ranberg, I., Næss, G., Andersen, I.L., 2017. Management routines influencing piglet survival in loose-housed sow herds. Livestock Science 196, 1-6.

Rosvold, E.M., Newberry, R.C., Andersen, I.L., 2019. Early mother-young interactions in domestic sows – Nest-building material increases maternal investment. Applied Animal Behaviour Science 219, 104837.

Rosvold, E.M., Newberry, R.C., Framstad, T., Andersen, I.-L., 2018. Nest-building behaviour and activity budgets of sows provided with different materials. Applied Animal Behaviour Science 200, 36-44.

Rutherford, K.M.D., Baxter, E.M., D'Eath, R.B., Turner, S.P., Arnott, G., Roehe, R., Ask, B., Sandoe, 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.

Rzezniczek, M., Gygax, L., Wechsler, B., Weber, R., 2015. Comparison of the behaviour of piglets raised in an artificial rearing system or reared by the sow. Applied Animal Behaviour Science 165, 57-65.

Sala, V., Gusmara, C., Zolin, C., Costa, A., 2019. Piglets crushing rate related to sow foot lesions in the farrowing room. Large Animal Review 25, 55-60.

Salomon, E., Åkerhielm, H., Lindahl, C., Lindgren, K., 2007. Outdoor pig fattening at two Swedish organic farms—Spatial and temporal load of nutrients and potential environmental impact. Agriculture, Ecosystems & Environment 121, 407-418.

Santiago, P.R., Martínez-Burnes, J., Mayagoitia, A.L., Ramírez-Necoechea R., Mota-Rojas, D., 2019. Relationship of vitality and weight with the temperature of newborn piglets born to sows of different parity. Livest Sci 220, 26-31.

Schleswig-Holstein, L., 2014. Schweinereport 2014.

Schleswig-Holstein, L., 2015. Schweinereport 2015.

Schleswig-Holstein, L., 2016. Schweinereport 2016.

Schleswig-Holstein, L., 2017. Schweinereport 2017.

Schleswig-Holstein, L., 2018. Schweinereport 2018.

Schnippe, F., 2016. "Wir schaffen unter 5% Ferkelverluste". Schweinezucht Schweinemast Heft 4, 10-13.

Schulte-Sutrum, R., Scholz, T., Arden, M., 2019. Erschreckend: Große Abferkelbuchten führen zu höheren Verlusten. Top Agrar.
Schulz, K., 2005. Ferkel: immer größere Bestände. Schweinezucht Schweinemast Heft 1.
Schulz, K., 2006. Akzeptable Erlöse, aber auch höhere Kosten. Schweinezucht Schweinemast Heft 6, 30-32.
Schulz, K., 2010. Ringe dokumentieren Leistungsschub. Schweinezucht Schweinemast Heft 6, 61-62.
Schulz, K., 2011. Neue Daten aus den Ringen. Schweinezucht Schweinemast Heft 6, 67-68.
Schulz, K., 2012. Neue Daten aus den Ringen. Schweinezucht Schweinemast Heft 6, 57-58.
Schulz, K., 2013. Ferkelzahlen und Mastleistung: Wo stehen wir heute? Schweinezucht Schweinemast Heft 6, 40-43.
Schulz, K., 2015. 2014: Leistungsschub bei Sauen und Mast. . Schweinezucht Schweinemast Heft 1, 56-58.
Schulz, K., 2016. 2015: Gute Leistungen, magere Erlöse. . Schweinezucht Schweinemast Heft 1, 36-37.
Schulz, K., 2017. Erlöse reichten nicht. Schweinezucht Schweinemast Heft 1, 48-49.
Schulz, K., 2018. 2017 war gut, 2018 wird schlechter. Schweinezucht und Schweinemast. Schweinezucht Schweinemast Heft 1, 24-26.
Schulz, K., 2019. Schwieriges Wirtschaftsjahr 17/18. . schweinezucht Schweinemast Heft 1, 8.
Schulz, K., 2020. Kosten 2018/19 weiter gestiegen. Schweinezucht Schweinemast Heft 1, 7.
Schulze Westerath, U., 2010. Die Erdrückungsverluste müssen runter! Top Agrar Heft 6, S28-S30.
SEGES, 2012. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2011.
SEGES, 2013. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2012.
SEGES, 2014. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2013.
SEGES, 2015. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2014.
SEGES, 2016. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2015.
SEGES, 2017. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2016.
SEGES, 2018. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2017.
SEGES, 2019. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2018.
Simonsen, H.B., 1990. Behaviour and distribution of fattening pigs in the multi-activity pen. Applied Animal Behaviour Science 27, 311-324.
Singh, C., Verdon, M., Cronin, G.M., Hemsworth, P.H., 2017. The behaviour and welfare of sows and piglets in farrowing crates or lactation pens. Animal : an international journal of animal bioscience 11, 1210-1221.
Skovgaard, J., 2018. Logistic and health - also on large scale pig farms?? Loose Lactating Sows Workshop 2018, Copemhagen, Denmark.
Spindler, E., Klein, S., Erhard, M., Reese, S., Patzkewitsch, D., 2018. [Field trial of an open pen - comparison of two different types of farrowing pens]. Tierarztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere 46, 283-290.
Staarvik, T., Framstad, T., Heggelund, M., Brynjulvsrud Fremgaarden, S., Kielland, C., 2019. Blood-glucose levels in newborn piglets and the associations between blood-glucose levels, intrauterine growth restriction and pre-weaning mortality. Porcine health management 5, 22.
Stabenow, B., 2001. Mehr Bewegung für säugende Sauen in Scan-Abferkelbuchten. . Tierärztliche Umschau

56, 528-533.
Stolba, A., Wood-Gush, D.G., 1984. The identification of behavioural key features and their incorporation into a housing design for pigs. Ann Rech Vet 15, 287-299.
Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1989. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. Animal Science 48, 419-425.
Strange, T., Ask, B., Nielsen, B., 2013. Genetic parameters of the piglet mortality traits stillborn, weak at birth, starvation, crushing, and miscellaneous in crossbred pigs. J Anim Sci 91, 1562-1569.
Stratz, P., Just, A., Faber, H., Bennewitz, J., 2016. Genetic analyses of mothering ability in sows using field-recorded observations. Livestock Science 191, 1-5.

SUISAG, 2010. Zahlen und Projekte.
SUISAG, 2011. Zahlen und Projekte.
SUISAG, 2012. Zahlen und Projekte.
SUISAG, 2014. Zahlen und Projekte.
SUISAG, 2016. Zahlen und Projekte.
SUISAG, 2017. Technischer Bericht 2017.
SUISAG, 2018. Technischer Bericht 2018.
Svendsen, J., Svendsen, L.S., 1997. Intensive (commercial) systems for breeding sows and piglets to weaning. Livestock Production Science 49, 165-179.
Swan, K.-M., Peltoniemi, O.A.T., Munsterhjelm, C., Valros, A., 2018. Comparison of nest-building materials in farrowing crates. Applied Animal Behaviour Science 203, 1-10.
Tanida, H., Miura, A., Tanaka, T., Yoshimoto, T., 1996. Behavioral responses of piglets to darkness and shadows. Applied Animal Behaviour Science 49, 173-183.
Terlouw, E.M.C., Lawrence, A.B., Illius, A.W., 1991. Influences of feeding level and physical restriction on development of stereotypies in sows. Animal Behaviour 42, 981-991.
Thingnes, S., Hallenstvedt, E., Sandberg, E., Framstad, T., 2014. The effect of different dietary energy levels during rearing and mid-gestation on gilt performance and culling rate. Livestock Science 172.
Thodberg, K., Jensen, K.H., Herskin, M.S., 2002a. Nest building and farrowing in sows: relation to the reaction pattern during stress, farrowing environment and experience. Applied Animal Behaviour Science 77, 21-42.
Thodberg, K., Jensen, K.H., Herskin, M.S., 2002b. Nursing behaviour, postpartum activity and reactivity in sows: Effects of farrowing environment, previous experience and temperament. Applied Animal Behaviour Science 77, 53-76.
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.
Thompson, R.J., Matthews, S., Plötz, T., Kyriazakis, I., 2019. Freedom to lie: How farrowing environment affects sow lying behaviour assessment using inertial sensors. Computers and Electronics in Agriculture 157, 549-557.
TierSchNutztV, 2006. "Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist.
Tierschutzverordnung, 2008.
Toscano, M.J., Lay, D.C., 2005. Parsing the characteristics of a simulated udder to determine relative attractiveness to piglets in the 72h following parturition. Applied Animal Behaviour Science 92, 283-291.
Troxler, J., Zehnder, B., 2011. Pen concept with temporary crating. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 49-50.
Trujillo-Ortega, M., Mota-Rojas, D., Juarez, O., Villanueva-Garcia, D., Roldan-Santiago, P., Becerril-Herrera, M., Hernández-González, R., Alonso-Spilsbury, M., Rosales, A., Martínez-Rodríguez, R., Ramírez-Necoechea, R., 2011. Porcine neonates failing vitality score: physio-metabolic profile and latency to the first teat contact. Czech J Anim Sci 56, 499-508.
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.
Ulrich Hansen, L., 2018. Test of 10 different farrowing pens for loose-housed sows. SEGES Report No. 1803.
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 Nieuwamerongen, S.E., Bolhuis, J.E., van der Peet-Schwering, C.M., Soede, N.M., 2014. A review of sow and piglet behaviour and performance in group housing systems for lactating sows. Animal : an international journal of animal bioscience 8, 448-460.
van Nieuwamerongen, S.E., Soede, N.M., van der Peet-Schwering, C.M., Kemp, B., Bolhuis, J.E., 2015. Development of piglets raised in a new multi-litter housing system vs. conventional single-litter housing until 9 weeks of age. J Anim Sci 93, 5442-5454.
van Nieuwamerongen, S.E., Soede, N.M., van der Peet-Schwering, C.M.C., Kemp, B., Bolhuis, J.E., 2017. Gradual weaning during an extended lactation period improves performance and behavior of pigs raised in a multi-suckling system. Applied Animal Behaviour Science 194, 24-35.
Vanderhaeghe, C., Dewulf, J., de Kruif, A., Maes, D., 2013. Non-infectious factors associated with stillbirth in pigs: A review. Animal Reproduction Science 139, 76-88.
Vanderhaeghe, C., Dewulf, J., De Vliegher, S., Papadopoulos, G.A., de Kruif, A., Maes, D., 2010. 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., Rydhmer, L., 2005. Genetic variation in sows' maternal behaviour, recorded under field conditions. Livestock Production Science 93, 63-71.
Vasdal, G., Andersen, I.L., Pedersen, L.J., 2009. Piglet use of the creep area—Effects of breeding value and farrowing environment. Applied Animal Behaviour Science 120, 62-67.
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.
Vasdal, G., Østensen, I., Melišová, M., Bozděchová, B., Illmann, G., Andersen, I.L., 2011. Management routines at the time of farrowing—effects on teat success and postnatal piglet mortality from loose housed sows. Livestock Science 136, 225-231.
Veit, C., Büttner, K., Traulsen, I., Gertz, M., Hasler, M., Burfeind, O., Beilage, E.g., Krieter, J., 2017. The effect of mixing piglets after weaning on the occurrence of tail-biting during rearing. Livestock Science 201, 70-73.
Veit, C., Traulsen, I., Hasler, M., Tölle, K.-H., Burfeind, O., Beilage, E.g., Krieter, J., 2016. Influence of raw material on the occurrence of tail-biting in undocked pigs. Livestock Science 191, 125-131.
Verhovsek, D., 2011. Discussion on Workshop 4 - Temporary crating. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 52-54.
Verhovsek, D., Troxler, J., Baumgartner, J., 2007. Peripartal behaviour and teat lesions of sows in farrowing crates and in a loose-housing system. Animal Welfare 16, 273-276.
Vermeer, H.M., 2011. Discussion on Workshop 3: Free Farrowing Systems. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 43-44.
Vontobel, C., Wechsler, B., Weber, R., Burla, J.B., 2018. Variation des Nestbauverhaltens vor dem Abferkeln bei freibeweglichen Sauen Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung, KTBL-Schrift 514, , 176–187.
Vontobel, C., Wechsler, B., Weber, R., Burla, J.B., 2019. Verhalten freibeweglicher Muttersauen und ihrer Ferkel zum Zeitpunkt des Abliegens. . Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung, KTBL-Schrift 518, 246–257.
Wassmuth, R., Biestmann, C., Janssen, H., 2017. Behaviour and performance of suckling gilts and their piglets in single housing with different fixation times. Arch. Anim. Breed. 60, 101-104.
Weary, D.M., Pajor, E.A., Bonenfant, M., Fraser, D., Kramer, D.L., 2002. Alternative housing for sows and litters.: Part 4. Effects of sow-controlled housing combined with a communal piglet area on pre- and post-weaning behaviour and performance. Applied Animal Behaviour Science 76, 279-290.

Weary, D.M., Pajor, E.A., Fraser, D., Honkanen, A.-M., 1996. 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, R., 2000. Alternative housing systems for farrowing and lactating sows. Proceedings of Sessions of the EAAP Commission on Animal Management and Health, No. 102 Wageningen, 109-115.
Weber, R., 2011. Free farrowing systems. Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 31-36.
Weber, R., Burla, J.B., Jossen, M., Wechsler, B., 2020. Ferkelverluste in Buchten mit frei beweglicher Muttersau: Einfluss der Wurfgröße. Agrarforschung Schweiz 11, 53-58.
Weber, R., Gisler, B., Burla, J.-B., 2019. Können überzählige Ferkel aus grossen Würfen mittels Milchbei-fütterung in der Abferkelbucht aufgezogen werden? KTBL, Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung; 51. Internationale Tagung “Angewandte Ethologie,” Freiburg iBr, 236-245.
Weber, R., Keil, N., Fehr, M., Horat, R., 2007. Piglet mortality on farms using farrowing systems with or without crates. Animal Welfare 16, 277-279.
Weber, R., Schick, M., 1996. Neue Abferkelbuchten ohne Fixation der Muttersau. FAT-Berichte 1996/Nr. 481.
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. Justus Liebig Universität Gießen, Fachbereiche Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement, Dissertation.
Werning, M., 2019a. Haltungs-VO an der Praxis vorbei. Schweinezucht Schweinemast 4/2019, 8-10.
Werning, M., 2019b. Voll auf Sauen gesetzt. Schweinezucht Schweinemast Heft 1, 12-15.
Westin, R., Holmgren, N., Hultgren, J., Algers, B., 2014. Large quantities of straw at farrowing prevents bruising and increases weight gain in piglets. Preventive Veterinary Medicine 115, 181-190.
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. Prev Vet Med 119, 141-152.
Widowski, T.M., Curtis, S.E., 1990. The influence of straw, cloth tassel, or both on the prepartum behavior of sows. Applied Animal Behaviour Science 27, 53-71.
Widowski, T.M., Yuan, Y., Gardner, J.M., 2005. Effect of accommodating sucking and nosing on the behaviour of artificially reared piglets. Lab Anim 39, 240-250.
Wientjes, J., Soede, N.M., Knol, E., Van den Brand, H., Kemp, B., 2013. Piglet birth weight and litter uniformity: Effects of weaning-to-pregnancy interval and body condition changes in sows of different parities and crossbred lines. Journal of animal science 91.
Williams, C.A., Pedersen, J.H., Nguyen, T.L.A., Hansen, C.F., 2014. Recovery from intrauterine growth restriction in piglets defined by their headshape: a pilot study. 65th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science.
Winckler, C., 2011. Stockmanship and attitudes - thoughts on further aspects of successful free farrowing systems. . Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 61.
WINPIG, 2011. Smågrisproduktion årsmedeltal 2010.
WINPIG, 2012. Smågrisproduktion årsmedeltal 2011.
WINPIG, 2013. Smågrisproduktion årsmedeltal 2012.
WINPIG, 2014. Smågrisproduktion årsmedeltal 2013.
WINPIG, 2015. Smågrisproduktion årsmedeltal 2014.
WINPIG, 2016. Smågrisproduktion årsmedeltal 2015.
WINPIG, 2017. Smågrisproduktion årsmedeltal 2016.

WINPIG, 2018. Smågrisproduktion årsmedeltal 2017.
WINPIG, 2019a. Smågrisproduktion årsmedeltal 2018.
WINPIG, 2019b. Smågrisproduktion medeltal för större besättningar 2017 / 2018.
Wischner, D., Kemper, N., Krieter, J., 2009. Nest-building behaviour in sows and consequences for pig husbandry. Livestock Science 124, 1-8.
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.
Wolf, J., Žáková, E., Groeneveld, E., 2008. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. Livestock Science 115, 195-205.
Yun, J., Swan, K.-M., Farmer, C., Oliviero, C., Peltoniemi, O., Valros, A., 2014a. Prepartum nest-building has an impact on postpartum nursing performance and maternal behaviour in early lactating sows. Applied Animal Behaviour Science 160, 31-37.
Yun, J., Swan, K.-M., Oliviero, C., Peltoniemi, O., Valros, A., 2015. Effects of prepartum housing environment on abnormal behaviour, the farrowing process, and interactions with circulating oxytocin in sows. Applied Animal Behaviour Science 162, 20-25.
Yun, J., Swan, K.-M., Vienola, K., Farmer, C., Oliviero, C., Peltoniemi, O., Valros, A., 2013. Nest-building in sows: Effects of farrowing housing on hormonal modulation of maternal characteristics. Applied Animal Behaviour Science 148, 77-84.
Yun, J., Swan, K.M., Vienola, K., Kim, Y.Y., Oliviero, C., Peltoniemi, O.A.T., Valros, A., 2014b. Farrowing environment has an impact on sow metabolic status and piglet colostrum intake in early lactation. Livestock Science 163, 120-125.
Zaleski, H.M., Hacker, R.R., 1993a. Effect of oxygen and neostigmine on stillbirth and pig viability. J Anim Sci 71, 298-305.
Zaleski, H.M., Hacker, R.R., 1993b. Variables related to the progress of parturition and probability of stillbirth in swine. Can Vet J 34, 109-113.
Zehnder, B., 2011. Free farrowing - dangerous for farmers and vets? Free Farrowing Workshop Vienna 2011, 62.
Zhang, Q., Xin, H., 2001. Responses of Piglets to Creep Heat Type and Location in Farrowing Cage. Applied Engineering in Agriculture 17.

9 Anhang

Tab. A1: Übersicht der Reproduktionsdaten in der Ferkelerzeugung in Dänemark im Zeitraum 2010 bis 2018

Dänemark	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Herden (n)	749	664	629	604	537	459	570	535	710
Sauen/Herde (n)	615	640	651	680	707	742	767	791	769
Anzahl Ferkel /Wurf (n)	16,3	16,6	16,8	17,1	17,3	17,6	18,0	18,7	19,0
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	14,5	14,8	15,1	15,4	15,6	15,9	16,3	16,9	17,2
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	1,8	1,8	1,7	1,7	*1,7*	*1,7*	1,7	1,8	1,8
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	12,4	12,7	13,1	13,3	13,5	13,8	14,1	14,6	14,7
Gesamtmortalität/Wurf (%)	23,9	23,5	22,0	22,2	22,0	21,6	21,7	21,9	22,6
Gesamtmortalität/Wurf (n)	3,9	3,9	3,7	3,8	3,8	3,8	3,9	4,1	4,3
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	14,2	13,9	13,7	*13,7*	13,6	13,4	13,3	13,6	14,6
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5
abgesetzte Ferkel/Sau und Jahr	28,1	28,8	29,6	30,0	30,6	31,4	32,2	33,3	33,0
tote Ferkel/Sau und Jahr	8,1	8,8	8,4	8,6	8,6	8,6	8,9	9,4	9,6
Säugetage	30	31	31	31	31	30	31	31	31

(SEGES, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018)

Tab. A2: Übersicht der Reproduktionsdaten in der Ferkelerzeugung in Deutschland im Zeitraum 2010 bis 2018

Deutschland	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Herden (n)	1913	3225	2916	2638	2510	1371	2155	1969	1881
Sauen/Herde (n)	211	163	168	184	198	263	201	208	210
Anzahl Ferkel /Wurf (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	15,2	15,4	15,6	16,0
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	12,1	12,2	12,5	13,2	13,5	14,0	14,1	14,2	14,5
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	*(1,2)* [d]	1,3 [c]	1,4 [b]	1,5[a]
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	10,5	10,6	10,9	11,5	11,8	11,9	12,0	12,1	12,3
Gesamtmortalität/Wurf (%)						21,7	22,0	22,5	22,9
Gesamtmortalität/Wurf (n)						*3,3*	3,4	3,5	3,7
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	13,2	12,8	14,3	12,9	12,9	14,9	14,8	14,8	14,9
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	1,6	1,6	1,9	1,7	1,8	2,1	2,1	2,1	2,2
abgesetzte Ferkel/Sau und Jahr	24,3	25,6	25,1	26,7	27,5	28,0	28,3	28,4	28,9
tote Ferkel/Sau und Jahr							7,9	8,2	8,5
Säugetage	k.A	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

(Schulz, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019)

Die aktuellen Zahlen für 2019 zeigen, dass in Deutschland mit 12,1 lebend geborenen Ferkeln/Wurf, von denen 2,2 verendeten Ferkeln (15,2 %) ein leichter Leistungsrückgang gegenüber den Vorjahreswerten (Mortalität 14,9 %) zu verzeichnen ist (Schulz, 2020).

Tab. A3: Übersicht der Reproduktionsdaten in der Ferkelerzeugung in Norwegen im Zeitraum 2010 bis 2018

Norwegen	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Herden (n)	426	411	395	386	368	363	349	344	340
Sauen/Herde (n)	101	98	107	114	118	116	118	114	117
Anzahl Ferkel /Wurf (n)	14,1	14,2	14,3	14,3	14,3	14,5	14,7	15,0	15,2
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	12,9	13,0	13,1	13,1	13,2	13,4	13,6	13,9	14,1
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	10,9	11,0	11,1	11,1	11,3	11,6	11,8	12,2	12,3
Gesamtmortalität/Wurf (%)	22,1	22,5	22,2	22,1	208	19,9	19,2	18,8	18,8
Gesamtmortalität/Wurf (n)	3,1	3,2	3,2	3,2	3,0	2,9	2,8	2,8	2,9
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	14,9	15,3	15,1	15,0	14,2	13,3	12,7	12,4	12,5
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	1,9	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8
abgesetzte Ferkel/Sau und Jahr	23,2	23,5	23,9	23,6	24,3	25,2	25,9	26,9	27,1
tote Ferkel/Sau und Jahr	6,7	7,0	6,9	6,8	6,4	6,2	6,1	6,2	6,3
Säugetage	33,7	33,6	33,5	33,6	32,9	33,1	33,1	33,1	33,3

(ANIMALIA, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019)

Tab. A4: Übersicht der Reproduktionsdaten in der Ferkelerzeugung in Schweden im Zeitraum 2010 bis 2018

Schweden	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Herden (n)	171	140	149	135	134	173	147	141	124
Sauen/Herde (n)	277	295	290	309	311	344	363	354	355
Anzahl Ferkel /Wurf (n)	13,9	14,2	14,4	14,4	14,5	14,9	15,2	15,5	15,9
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	12,8	13,1	13,2	13,2	13,3	13,7	14,0	14,3	14,6
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,3	11,6	11,9	11,9
Gesamtmortalität/Wurf (%)	23,5	24,6	24,6	24,9	24,5	24,2	23,6	23,3	23,7
Gesamtmortalität/Wurf (n)	3,3	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,8
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	17,2	18,3	18,0	17,9	17,8	17,7	17,1	16,9	16,9
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	2,2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5
abgesetzte Ferkel/Sau und Jahr	23,5	23,8	23,9	24	24,2	25,1	25,8	26,7	26,7
tote Ferkel/Sau und Jahr	7,2	7,7	7,8	7,9	7,8	8,0	8,0	8,1	8,4
Säugetage	33,8	33,6	33,3	33,1	32,6	32,9	32,9	32,8	32,8

(WINPIG, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019a)

Tab. A5: Übersicht der Reproduktionsdaten in der Ferkelerzeugung in der Schweizer Herdbuchzucht (Schweizer Edelschwein)

Schweiz (Schweizer Edelschwein)	**2010**	**2011**	**2012**	**2014**	**2016**	**2017**	**2018**
Herden (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Sauen/Herde (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Würfe (n)	26131	25392	23619	22934	22055	21726	21191
Anzahl Ferkel /Wurf (n)	13,4	13,6	13,9	14,1	14,1	14,3	14,4
lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	12,3	12,6	12,8	13,0	13,0	13,1	13,2
tot geborene Ferkel /Wurf (n)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
abgesetzte Ferkel/Wurf (n)	10,7	10,9	11,1	11,2	11,4	11,5	11,6
Gesamtmortalität/Wurf (%)	20,2	19,9	20,1	19,9	19,1	19,6	19,4
Gesamtmortalität/Wurf (n)	2,7	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,6
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (%)	13,0	13,5	13,3	13,1	12,3	12,2	12,1
Mortalität lebend geb. Ferkel/Wurf (n)	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6
abgesetzte Ferkel/Sau und Jahr	k.A.	k.A.	26,1	26,5	26,7	27,1	27,4
tote Ferkel/Sau und Jahr			6,6	6,6	6,3	6,6	6,1
Säugetage			30,0	29,0	29,0	29,0	30,0

(SUISAG, 2010, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018)

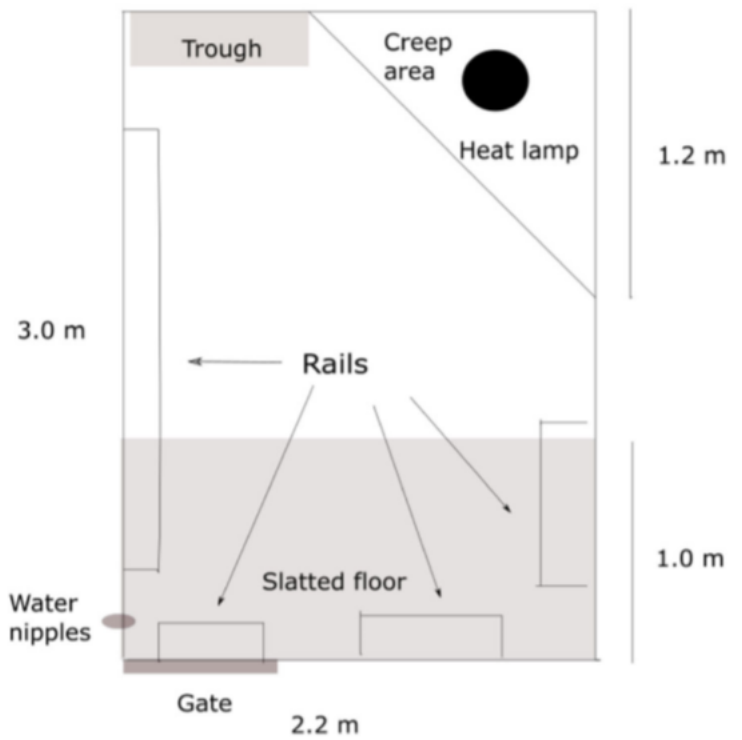


Fig. 1 Design of the farrowing pen. Illustration of the farrowing pen used in this study. The creep area had heated floors, in addition to a heat lamp. Water nipples were distributed in two heights, one for the sow and one for piglets. Sows were loose housed during the entire production cycle

Abb. A1: Grundriss einer für Praxisbetriebe in Norwegen typischen Bucht zur freien Abferkelung; Quelle: (Staarvik et al., 2019)

Anmerkungen zu den Tabellen A6 a bis c und A7 a bis g

Den folgenden Tabellen A6 und A7 mit detaillierten Angaben zur Ausstattung von Buchten zur freien Abferkelung und Bewegungsbuchten ist eine Erklärung zu den Angaben der Wurfleistungen vorangestellt, da die zugehörigen Zahlen in den verschiedenen Publikationen nicht immer in gleicher Weise angegeben sind. Solange die Anzahl der lebend geborenen, insgesamt bzw. totgeborenen sowie abgesetzten Ferkel vermerkt ist, lassen sich daraus die anderen absoluten Werte und Prozentwerte ableiten. In den untenstehenden Tabellen sind die den Publikationen entnommenen Wurfdaten „Fett“ und die daraus abgeleiteten Werte „Standard“ gedruckt.

Unterschiede zwischen den Publikationen bestehen auch hinsichtlich der Handhabung der versetzten Ferkel. Bei kleinen Würfen können Ferkel zugesetzt worden sein. Zugesetzte Ferkel sind in der Zeile „versetzte Ferkel (n)“ mit einem „+“ und der zugehörigen Anzahl vermerkt. Die Anzahl zugesetzter Ferkel wurde der Wurfgröße und der Anzahl lebend geborener Ferkel zugerechnet, so dass sich die Mortalität auf die angestiegene Wurfgröße bezieht.

Der häufigere Fall, dass überzählige Ferkel in andere Würfe versetzt wurden, wurde in der Zeile „versetzte Ferkel (n)“ mit einem „-“ und der zugehörigen Anzahl notiert. Da zum Verbleib und den Überlebensraten der weggesetzten Ferkel in keiner Publikation Angaben vorliegen, wurde für die weggesetzten Ferkel angenommen, dass sie die gleichen Überlebensraten und Mortalitäten hatten, wie die im Versuch gebliebenen Ferkel der jeweiligen Versuchsgruppe. Wenn z.B. 2,5 Ferkel weggesetzt wurden und die Mortalität der verbliebenen Ferkel in Bewegungsbuchten bei 20 % lag, wurden 2,0 dieser Ferkel den abgesetzten und 0,5 den verendeten Ferkeln zugerechnet. Mit diesem einheitlichen Vorgehen wurde ein Vergleich zwischen den verschiedenen Studien möglich.

Weiter fiel auf, dass in einigen Publikationen die Summe der verendeten und abgesetzten Ferkel zum Teil deutliche Abweichungen von der Anzahl der geborenen Ferkel aufwies [die Zahlen waren als arithmetische Mittelwerte und nicht als median deklariert]. In den Fällen wurden, ausgehend von der Annahme, dass die Anzahl der geborenen Ferkel korrekt erfasst war, neu berechnete Zahlen („Standard“) neben den Zahlen aus der Publikation („fett“) angegeben.

Tab. A6 a: Buchtenfläche und Ausstattung von Standard- (SB)/ Bewegungs(BB)buchten und Buchten zur freien Abferkelung (FF) sowie Wurfleistung von Sauen bei permanenter bzw. temporärer Fixierung oder ohne Fixierung

	Olsson et al. (2018)		**Cronin (2000a)**	
Betrieb	P		P	
Sauen gesamt (n)	130		330	
Buchttyp[2]	**BB**	**FF**	**SB**	**FF**
Hersteller			k.A.	Werribee FPen
Abferkelgruppen (n)	18	18	17	17
Sauen an Bucht adaptiert	ja	Ja	ja	nein
Würfe (n)	157	161	80	66
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)	ca. 3,0	ca. 3,0	3,1	2,5
Buchtfläche (m²)	**6,5**	**6,5**	**3,7**	**8,2**
Bucht, Maße (m x m)	1,95 x 3,35	1,95 x 3,35	1,6 x 2,3	2,33 x 3,5
Fläche Sau (m²)				
Boden, Perforation	< 60 % Vollspalten	< 60 % Vollspalten	100 % Vollspalten	< 60 % Vollspalten
Boden, Material	Beton/Gussrosten	Beton/Gussrosten	Metallgeflecht	Beton/Gussrosten
Nestbau, Material	Stroh	Stroh		Reisschalen
Nestbau, Vorlage Material	Boden	Boden		
Ferkelnest [3]	g	G	o	o
Fläche Ferkelnest (m²)			0,45	0,7

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung, FF = strukturierte Bucht zur freien Abferkelung ohne Fixierung der Sau; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g)

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	1	0	k.A.	0
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	3	0	bis Absetzen	0
Wurfgröße, gesamt (n)	**15,3**	**15,0**	**11,5**	**11,4**
Totgeborene Ferkel (n)	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,7**
Totgeborene Ferkel (%)	5,2	5,3	7,0	6,1
Lebend geborene Ferkel (n)	**14,5**	**14,2**	**10,7**	**10,7**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)				
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)				
Versetzte Ferkel (n)	**-0,1**	**+0,1**	**+0,7**	**+0,4**
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)				
Anzahl Ferkel nach WA [4] (n)				
Mortalität nach WA (%)				
Mortalität nach WA (n)				
Abgesetzte Ferkel (n)	**11,6**	**11,1**	**9,4**	**9,4**
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)				
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	**2,8**[5]	**3,8**[5]	**2,0**	**1,7**
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	19,4	22,4	17,5	15,3
Gesamtmortalität (n)			2,8	2,4
Gesamtmortalität (%)	23,7	26,5	23,0	20,3

[4] Wurfausgleich; [5] Anzahl lebend geborene + verendete + Wurfausgleich ergibt nicht Anzahl lebend geborene Ferkel: 11,6+2,8 -0,1= 14,3 (Differenz - 0,1 zur Tabelle); 11,1 +3,8+0,1=15,0 (Differenz + 0,7 zur Tabelle). Da die Anzahl der abgesetzten Ferkel wurde als korrekt angenommen, da einfacher zu erfassen

Tab. A6 b

	Hales (2014)					
Betrieb	P		P		P	
Sauen gesamt (n)	400		580		580	
Buchttyp[2]	**SB**	**FF**	**SB**	**FF**	**SB**	**FF**
Hersteller						
Abferkelgruppen (n)						
Sauen an Bucht adaptiert	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Würfe (n)	275	68	268	238	297	222
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)						
Buchtfläche (m²)	**3,4**	**5,4**	**4,00**	**5,2**	**4,06**	**6,3**
Bucht, Maße (m x m)	1,40 x 2,45	1,98 x 2,70	1,56 x 2,57	1,85 x 2,80	1,56 x 2,60	2,10 x 3,00
Fläche Sau (m²)						
Boden, Perforation	< 35 % Vollspalten	< 35 % Vollspalten	< 35 % Vollspalten	< 35 % Vollspalten	< 35 % Vollspalten	< 35 % Vollspalten
Boden, Material	Beton/Gussrosten	Beton/Gussrosten	Beton/Gussrosten	Beton/Gussrosten	Beton/Gussrosten	Beton/Gussrosten
Nestbau, Material				Stroh		Stroh
Nestbau, Vorlage Material				Raufe		Raufe
Ferkelnest [3]	ho	ho	ho	ho	ho	Ho
Fläche Ferkelnest (m²)	0,42	0,86	0,89	1,15	0,41	0,96

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung, FF = strukturierte Bucht zur freien Abferkelung ohne Fixierung der Sau; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g);

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	7	0	7	0	7	0
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	bis Absetzen	0	bis Absetzen	0	bis Absetzen	0
Wurfgröße, gesamt (n)	**17,0**	**17,0**	**17,3**	**17,4**	**16,2**	**15,9**
Totgeborene Ferkel (n)	**1,5**	**1,6**	**1,4**	**1,6**	**1,4**	**1,2**
Totgeborene Ferkel (%)						
Lebend geborene Ferkel (n)	**15,2**	**15,1**	**15,6**	**15,4**	**14,8**	**14,7**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)	**0,5**	**0,7**	**0,5**	**0,9**	**0,4**	**0,7**
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)						
Versetzte Ferkel (n)	-1,4	-0,9	-0,9	-0,7	-1,4	-1,1
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Anzahl Ferkel nach WA [4] (n)	**13,3**	**13,5**	**13,8**	**13,8**	**13,0**	**12,9**
Mortalität nach WA (%)	**8,2**	**16,7**	**7,0**	**11,4**	**5,2**	**7,1**
Mortalität nach WA (n)	1,1	2,3	1,0	1,6	0,7	0,9
Abgesetzte Ferkel (n)	13,5	11,9	14,0	12,8	13,6	13,0
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)	1,3	0,7	0,8	0,6	1,3	1,0
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	1,7	3,2	1,6	2,6	1,2	1,7
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	11,2	21,2	10,3	16,9	8,1	11,6
Gesamtmortalität (n)	3,5	5,1	3,3	4,6	2,6	2,9
Gesamtmortalität (%)	20,6	30,0	19,1	26,4	16,0	18,2

[4] Wurfausgleich

Tab. A6 c

	Weber (2000)/(pers. Mitteilung 18.03.2020)				
Betrieb	L/F				
Sauen gesamt (n)					
Buchttyp[2]	**SB**	**BB**	**FF/FAT1**	**FF/FAT2**	**FF/Schmid**
Hersteller					
Abferkelgruppen (n)					
Sauen an Bucht adaptiert	Ja	mehrheitlich ja	ja	ja	nein
Würfe (n)	127	134	45	45	57
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)	3,8	4,3	4,3	4,9	4,0
Buchtfläche (m²)	**4,1**	**5,2**	**7,3**	**7,0**	**7,0**
Bucht, Maße (m x m)	1,8 x 2,3	2,0 x 2,6	2,7 x 2,7	2,2 x 3,2	2,6 x 2,7
Fläche Sau (m²)	1,3	3,2	6,2	6,1	6,7
Boden, Perforation	1,4 m² Gussrost	1,6 m² Gussrost	Keine	Keine	keine
Boden, Material	Beton/Gussroste	Beton/Gussroste	Beton	Beton	Beton
Nestbau, Material	Stroh	Stroh	Stroh	Stroh	Stroh
Nestbau, Vorlage Material	Boden	Boden	Boden	Boden	Boden
Ferkelnest [3]	ho	ho	ho	ho	ho
Fläche Ferkelnest (m²)	1	1	1,1	0,9	0,3

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung, FF = strukturierte Bucht zur freien Abferkelung ohne Fixierung der Sau; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g)

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	7	0	0	0	0
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	bis Absetzen	0	0	0	0
Wurfgröße, gesamt (n)					
Totgeborene Ferkel (n)					
Totgeborene Ferkel (%)					
Lebend geborene Ferkel (n)	**11,3**	**12,1**	**11,4**	**11,6**	**11,4**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)					
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)					
Versetzte Ferkel (n)					
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)					
Anzahl Ferkel nach WA [4] (n)					
Mortalität nach WA (%)					
Mortalität nach WA (n)					
Abgesetzte Ferkel (n)	**9,6**	**10,3**	**9,7**	**9,8**	**10,0**
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)					
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)					
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	15,7	13,9	**13,5**	**15,2**	**11,3**
Gesamtmortalität (n)					
Gesamtmortalität (%)					

[4] Wurfausgleich

Tab. A7 a: Buchtenfläche und Ausstattung von Standard (SB)- und Bewegungsbuchten (BB) sowie Wurfleistung von Sauen bei permanenter oder temporärer Fixierung

	Nicolaisen et al. (2019)		**Schulze-Suttrum et al. (2019)**			
Betrieb	L/F[1]		L/F[1]			
Sauen gesamt (n)	k.A.		k.A.			
Buchttyp[2]	**SB**	**BB**	**SB**	**BB**	**BB**	**BB**
Hersteller	Big Dutchman	Big Dutchman	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Abferkelgruppen (n)	9	9	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Sauen an Bucht adaptiert	ja	nein	Ja	nein	nein	nein
Würfe (n)	53	49	1041	408	132	125
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)	k.A.	k.A.	4,1	4,3	3,7	3,2
Buchtfläche (m²)	5,20	7,3	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Bucht, Maße (m x m)	2,60 x 2,00	2,70 x 2,70	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Fläche Sau (m²)	1,52	k.A.	≤ 1,5	≤ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5
Boden, Perforation	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten
Boden, Material	Kunststoff	Kunststoff	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Nestbau, Material	Jutesack	Jutesack, Stroh	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Nestbau, Vorlage Material	k.A.	Strohraufe	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Ferkelnest [3]	k.A.	g	o	o	o	o
Fläche Ferkelnest (m²)	0,8	0,8	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g)

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	7	0	k.A.	k.A.	k.A.	0
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	bis Absetzen	0	bis Absetzen	5	5	0
Wurfgröße, gesamt (n)	k.A.	k.A.	15,8	16,0	15,5 + 0,2	15,0 + 0,5
Totgeborene Ferkel (n)	k.A.	k.A.	**1,1**	**1,2**	**1,1**	**1,0**
Totgeborene Ferkel (%)	k.A.	k.A.	7,0	7,5	7,1	6,7
Lebend geborene Ferkel (n)	**14,9**	**14,2**	**14,7**	**14,8**	**14,5**	**14,0**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)						
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)						
Versetzte Ferkel (n)	k.A.	k.A.			**+0,2**	**+0,5**
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)						
Anzahl Ferkel nach WA[4] (n)						
Mortalität nach WA[4] (%)						
Mortalität nach WA[4] (n)						
Abgesetzte Ferkel (n)	**13,1**	**10,6**	**12,4**	**12,1**	**11,9**	**11,2**
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)						
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	**1,8**	**3,6**	2,3	2,7	2,8	3,3
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	12,3	25,6	(15,6)[5] **13,8**	(18,2) [5] **16,9**	(19,0) [5] **17,8**	(22,7) [5] **21,7**
Gesamtmortalität (n)			3,4	3,9	3,9	4,3
Gesamtmortalität (%)			21,5	24,4	24,8	27,7

[4] Wurfausgleich [5] Standard: rechnerisch korrekter Wert, Fett: Wert aus Publikation

Tab. A7 b

	Burfeind et al. (2018)[7]		**Burfeind et al. (2018)[7]**		**Spindler et al. (2018)**		**King et al. (2018)**
Betrieb	L/F[1]		L/F[1]		P		P
Sauen gesamt (n)	k.A.		k.A.		200		1300
Buchttyp[2]	**SB**	**BB**	**SB**	**BB**	**SB**	**BB**	**BB**
Hersteller	k.A.	s.u. [6]		s.u. [6]	k.A.	Petra-A	360° freedom farrower ™
Abferkelgruppen (n)			3	3			
Sauen an Bucht adaptiert	ja	nein	ja	nein	ja	nein	?
Würfe (n)	125	122	80	46	64	65	416
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	3,8	5,0	3,5
Buchtfläche (m²)	k.A.	7,0 / 7,4	k.A.	7,0 / 7,4	4,4	5,35 bis 5,75	4,6
Bucht, Maße (m x m)	k.A.	2,50x2,80/ 2,75x2,70	k.A.	2,50x2,80/ 2,75x2,70	2,65 x 1,65	k.A.	1,8 x 2,6
Fläche Sau (m²)	k.A.	3,25 / 4,16	k.A.	3,25 / 4,16	1,3	2,66	3,8
Boden, Perforation	k.A.	> 60 % Vollspalten	k.A.	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten
Boden, Material	k.A.	Kunststoff/ Gussroste	k.A.	Kunststoff/ Gussroste	Kunststoff	Kunststoff/ Klinkerplatten	Kunststoff/ Beton
Nestbau, Material	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A
Nestbau, Vorlage Material	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Ferkelnest [3]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	o	ho	0
Fläche Ferkelnest (m²)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,60	0,75	0,72

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g); [6] En-Sta-Kombi/Vissing Agro Combi; [7] die Untersuchungen sind kürzlich auch in einem *peer review* Journal publiziert worden (Lohmeier et al., 2020)

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	k.A.	0	k.A.	1	7	7	2 bis 5 (ab Einstallung)
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	bis Absetzen	0	bis Absetzen	4	bis Absetzen	6 (5 bis 17)	7
Wurfgröße, gesamt (n)	**19,4**	**18,5**	**20,0**	**18,2**	**16,2**	**16,5**	**14,3**
Totgeborene Ferkel (n)	**1,4**	**1,4**	**1,7**	**1,4**	**1,2**	**1,5**	**0,5**
Totgeborene Ferkel (%)	7,2	7,6	8,5	7,7	7,4	9,1	**3,7**
Lebend geborene Ferkel (n)	**17,9**	**16,8**	**18,3**	**16,6**	**14,9**	**15,1**	**13,7**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)							
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)							
Versetzte Ferkel (n)	**- 2,3**	**- 0,7**	**-1,7**	**- 0,1**	k.A.	k.A.	k.A.
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)	0,4	0,2	0,5				
Anzahl Ferkel nach WA[4] (n)							
Mortalität nach WA[4] (%)							
Mortalität nach WA[4] (n)							
Abgesetzte Ferkel (n)	(12,5+1,9)[5] **12,5**	(12,0+0,5)[5] **12,0**	(13,0+1,2) [5] **13,0**	(12,2+0,1) [5] **12,2**	11,3	11,7	12,3
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)	1,9	0,5	1,2	0,1			
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	(3,1+0,4) [5] **2,8**	**4,3**	(4,1) [5] **3,7**	(4,3)[5] **3,4**	**3,6**	**3,4**	**1,4**
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	(19,6) [5] **18,3**	(25,6) [5] **26,4**	(22,4) **20,8**	(20,5) **20,6**	24,2	22,5	**10,1**
Gesamtmortalität (n)	4,9	5,7	5,8	5,7	4,8	4,9	1,9
Gesamtmortalität (%)	25,3	30,8	29,0	31,3	29,6	29,7	**13,4**

[4] Wurfausgleich, [5] Standard: rechnerisch korrekter Wert, Fett: Wert aus Publikation

Tab. A7 c

	Hickl (2019)*		**Heidinger et al. (2017)**				
Betrieb	L/F[1]		3 L/F[1]-Betriebe (B1, B2, B3)				
Sauen gesamt (n)	120		600 / 55 / 140				
Buchttyp[2]	**SB***	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**
Hersteller	k.A.	Weda / EnSta	Knickbucht B1, B2	Flügelbucht B1, B2, B3	Trapezbucht B1, B2, B3	Prodromi B3	SWAP B1, B3
Abferkelgruppen (n)	36	18					
Sauen an Bucht adaptiert	ja	Nein	nein	nein	nein	nein	nein
Würfe (n)	278	72	35	39	27	14	27
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)	3,9	3,6					
Buchtfläche (m²)	4,5 bis 4,8	5,9 / 6,2 / 6,6	5,5	5,5	5,5	7,4	6,0
Bucht, Maße (m x m)	k.A.	2,4 x 2,6 2,5 x 2,6 2,4 x 2,5	2,1 x 2,6	2,1 x 2,6	2,2 x 2,5	3,4 x 2,2	2,0 x 3,8
Fläche Sau (m²)	k.A.	3,3 bis 4,2	3,4	3,1	3,5	k.A.	k.A.
Boden, Perforation	k.A.	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	60 % Vollspalten	< 60 % Vollspalten
Boden, Material	k.A.	Kunststoff/ Beton/ Gussroste	Kunststoff/ Beton/ Gussroste	Kunststoff/ Beton/ Gussroste	Beton	Kunststoff / Gussroste	Beton/ Gussroste
Nestbau, Material	k.A.	Jutesack	Stroh	Stroh	Stroh	Jutesack, Stroh	Stroh
Nestbau, Vorlage Material	k.A.	k.A.	teilweise, Boden	teilweise, Boden	teilweise, Boden	Boden, Raufe	Raufe
Ferkelnest [3]	k.A.	o	ho	o	o	ho	ho
Fläche Ferkelnest (m²)	k.A.	k.A.	0,7	0,7	k.A.	1,1	k.A.

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g); * entspr. Tab. 13, S. 75 der Dissertation

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)		0	0	0	0	0	0
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	bis Absetzen	0	0	0	0	0	0
Wurfgröße, gesamt (n)	**15,2**	**15,9**	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Totgeborene Ferkel (n)	**1,5**	**1,3**	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Totgeborene Ferkel (%)	9,9	8,2	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Lebend geborene Ferkel (n)	**13,8**	**14,6**	13,0	13,1	13,0	13,0	12,9
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)	1,4	2,5					
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)	**9,9**	**16,9**					
Versetzte Ferkel (n)	-0,3	+0,6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)	0						
Anzahl Ferkel nach WA[4] (n)							
Mortalität nach WA (%)							
Mortalität nach WA (n)							
Abgesetzte Ferkel (n)	**10,8**	**9,9**	**10,9**	**11,0**	**10,5**	**10,3**	**10,2**
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)							
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	3,0	5,3	2,1	2,1	2,5	2,7	2,7
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	19,6	34,9	**16,2**	**15,8**	**18,9**	**20,8**	**21,3**
Gesamtmortalität (n)	4,1	6,6					
Gesamtmortalität (%)	27,0	40,0					

[4] Wurfausgleich

Tab. A7 d

	Heidinger et al. (2017)					Jais u. Schneider (2017)	
Betrieb	3 L/F-Betriebe (B1, B2, B3)					L/F Betrieb	
Sauen gesamt (n)	600 / 55 / 140					250	
Buchttyp[2]	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**	**SB**	**BB**
Hersteller	Knickbucht B1, B2	Flügelbucht B1, B2, B3	Trapezbucht B1, B2, B3	Prodromi B3	SWAP B1, B3	k.A.	6 verschiedene Typen
Abferkelgruppen (n)						24	24
Sauen an Bucht adaptiert	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein
Würfe (n)	34	41	39	11	27	(ca. 50)	(ca. 148)
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)						k.A.	k.A.
Buchtfläche (m²)	5,5	5,5	5,5	7,4	6,0	4,7	6,0 / 5,5
Bucht, Maße (m x m)	2,1 x 2,6	2,1 x 2,6	2,2 x 2,5	3,4 x 2,2	2,0 x 3,8	1,8 x 2,6	2,3 x 2,6 2,1 x 2,6 2,5 x 2,4 2,0 x 3,0
Fläche Sau (m²)	3,4	3,1	3,5	k.A.	k.A.	k.A.	3,0 / 3,7 /3,9 / 4,0 /4,1 /4,2
Boden, Perforation, Bereich Sau	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	60 % Vollspalten	< 60 % Vollspalten	k.A.	> 60 % Vollspalten
Boden, Material	Kunststoff/ Beton/ Gussroste	Kunststoff/ Beton/ Gussroste	Beton	Kunststoff / Gussroste	Beton/ Gussroste	k.A.	Kunststoff
Nestbau, Material	Stroh	Stroh	Stroh	Jutesack, Stroh	Stroh	k.A	k.A.
Nestbau, Vorlage Material	teilweise, Boden	teilweise, Boden	teilweise, Boden	Boden, Raufe	Raufe	k.A	k.A.
Ferkelnest [3]	ho	o	o	ho	ho	o	o
Fläche Ferkelnest (m²)	0,7	0,7	k.A.	1,1	k.A.	k.A.	k.A.

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g)

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	1	1	1	1	1	k.A.	k.A.
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	4	4	4	4	4	bis Absetzen	7
Wurfgröße, gesamt (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Totgeborene Ferkel (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Totgeborene Ferkel (%)							
Lebend geborene Ferkel (n)	13,0	12,7	13,0	13,0	13,0	**14,6**	**13,7**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)						k.A.	k.A.
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)							
Versetzte Ferkel (n)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)							
Anzahl Ferkel nach WA [4] (n)						**13**	**13**
Mortalität nach WA (%)							
Mortalität nach WA (n)							
Abgesetzte Ferkel (n)	**11,7**	**11,7**	**11,4**	**11,3**	**11,2**	**11,5**	**12,0**
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)							
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	1,5	1,3	1,6	1,7	1,8		
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	**10,2**	**9,9**	**12,0**	**13,3**	**13,7**	16,1	17,7
Gesamtmortalität (n)							
--Gesamtmortalität (%)							

[4] Wurfausgleich

Tab. A7 e

	Wassmuth et al. (2017)		**Condous et al. (2016)**			**Chidgey et al. (2015)**	
Betrieb	P		P			P	
Sauen gesamt (n)	550		4500			1250	
Buchttyp[2]	**SB**	**BB**	**SB**	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**
Hersteller	Prodromi 1	Prodromi 1.5	Big Dutchman	Combiflex, Vissing Agro	k.A.	Combiflex, Vissing Agro	
Abferkelgruppen (n)	6	6	14	14	6	6	6
Sauen an Bucht adaptiert	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein
Würfe (n)	37	33	338	394	60	20	40
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)	1,0	1,0	3,6	4,1			
Buchtfläche (m²)	**3,3**	**6,5**	**3,8**	**5,9**	**4,1**	**6,0**	**6,0**
Bucht, Maße (m x m)	k.A.	k.A.	1,6 x 2,4	2,25 x 2,6	1,7 x 2,4	2,15 x 2,8	2,15 x 2,8
Fläche Sau (m²)	1,3	3,3	k.A.	k.A.	1,85	2,1	2,1
Boden, Perforation	100 % Vollspalten	100 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten
Boden, Material	Kunststoff	Kunststoff	k.A.	k.A.	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff
Nestbau, Material	Jutesack	Jutesack	k.A.	k.A.	nein	nein	nein
Nestbau, Vorlage Material	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	entfällt	entfällt	entfällt
Ferkelnest [3]	o	o	o	ho	ho	ho	ho
Fläche Ferkelnest (m²)			k.A.	0,84			

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g); [5] mit einigen geschlossenen Kunststoffplatten

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	5	2	5	5	5	5	3
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	bis Absetzen	6	bis Absetzen	3	7	bis Absetzen	4
Wurfgröße, gesamt (n)	**14,1**	**15,0**	**13,1**	**12,8**	**13,7**	**13,1**	**13,0**
Totgeborene Ferkel (n)	**0,9**	**1,1**	**1,1**	**0,7**	**0,8**	1,2	1,1
Totgeborene Ferkel (%)	6,4	7,3	8,4	5,5	5,8	9,2	8,5
Lebend geborene Ferkel (n)	**13,2**	**13,9**	**11,9**	**12,2**	**12,9**	**11,9**	**11,9**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)			1,0	1,0	0,9		
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)			8,4	7,8	7,4		
Versetzte Ferkel (n)	k.A.	k.A.	+0,1	-0,6	-0,2	k.A.	k.A.
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)				0,06	0,06		
Anzahl Ferkel nach WA [4] (n)			**11,0**	**11,0**	**11,4**		
Mortalität nach WA (n)			1,1	1,1	1,1		
Mortalität nach WA (%)			10,0	10,0	9,6		
Abgesetzte Ferkel (n)	11,8	12,3	**9,9**	**9,9**	**10,3**	**10,8**	**10,5**
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)						k.A..	k.A.
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	**1,4**	**1,6**	**1,9**	**2,1**	**2,0**	1,1	1,4
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	**9,8**	**10,2**	16,0	17,2	14,6	**6,1**	**10,2**
Gesamtmortalität (n)	2,3	2,7	**2,9**	**2,7**	**2,6**	2,3	2,5
Gesamtmortalität (%)	16,3	18,0	24,4	22,1	19,0	17,6	19,2

[4] Wurfausgleich

Tab. A7 f

	Hales et al. (2015a)		**Hales et al. (2015b)**		**Lambertz et al. (2015)**		
Betrieb	L/F		P		P		
Sauen gesamt (n)	400		1250		1280		
Buchttyp[2]	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**	**BB**
Hersteller	k.A.	k.A.	Big Dutchman	Big Dutchman	Big Dutchman	Big Dutchman	Big Dutchman
Abferkelgruppen (n)	k.A.	k.A.					
Sauen an Bucht adaptiert	k.A.	k.A.	ja	ja.	ja	ja.	ja
Würfe (n)	30	30	55	54	55	54	59
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)	3,4	3,5	1	1	1	1	1
Buchtfläche (m²)	**5,3**	**5,3**	**4,6**	**4,6**	**4,6**	**4,6**	**4,6**
Bucht, Maße (m x m)	1,75 x 3,0	1,75 x 3,0	1,85 x 2,50	1,85 x 2,50	1,85 x 2,50	1,85 x 2,50	1,85 x 2,50
Fläche Sau (m²)	k.A.	k.A.	1,4	2,8	1,4	2,8	2,8
Boden, Perforation	< 60 % Vollspalten	< 60 % Vollspalten	100 % Vollspalten	100 % Vollspalten	100 % Vollspalten	100 % Vollspalten	100 % Vollspalten
Boden, Material	Beton/Gussrosten	Beton/Gussrosten	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff
Nestbau, Material	Stroh	Stroh	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Nestbau, Vorlage Material	Raufe	Raufe	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Ferkelnest [3]	ho	ho	o	o	o	o	o
Fläche Ferkelnest (m²)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g);

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	1	0	1	0	5	5	5
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	4	0	4	0	bis Absetzen	14	7
Wurfgröße, gesamt (n)	**18,0**	**17,8**	**17,9**	**17,7**	13,6	13,6	13,6
Totgeborene Ferkel (n)	**1,0**	**1,0**	**0,9**	**1,0**	**0,8**	**0,8**	**0,8**
Totgeborene Ferkel (%)	5,6	5,6	5,0	5,6	5,9	5,9	5,9
Lebend geborene Ferkel (n)	**17,1**	**17,1**	**17,0**	**16,6**	**12,8**	**12,8**	**12,8**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)	0,9	1,9	0,6	1,3			
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)	**5,0**	**11,3**	**3,7**	**7,5**			
Versetzte Ferkel (n)	-2,9	-1,6	-2,6	-1,7	k.A.	k.A.	k.A.
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)	0,3	0,15	0,3	0,2			
Anzahl Ferkel nach WA [4] (n)	**13,3**	**13,6**	**13,8**	**13,7**			
Mortalität nach WA (%)	**9,9**	**9,6**	**12,2**	**13,2**			
Mortalität nach WA (n)	1,3	1,3	1,7	1,8			
Abgesetzte Ferkel (n)	12,0	12,3	12,1	11,9	11,3	11,1	11,1
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)	2,6	1,4	2,3	1,4			
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	2,4	3,4	2,6	3,3	1,5	1,7	1,7
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	14,0	19,9	15,3	19,9	**11,4**	**12,9**	**13,3**
Gesamtmortalität (n)	3,4	4,4	3,5	4,3	2,3	2,5	2,5
Gesamtmortalität (%)	18,9	24,7	19,5	24,3	16,9	19,5	19,5

[4] Wurfausgleich

Tab. A7 g

	Moustsen et al. (2013)		**Kamphues (2004)**		
Betrieb	P		L/F[1]		
Sauen gesamt (n)	750		140		
Buchttyp[2]	**BB**	**BB**	**SB**	**BB**	**BB**
Hersteller	Combi Pen	Combi Pen	k.A. (A1)	k.A. (A2)	k.A. (A3/A4)
Abferkelgruppen (n)	11	11	k.A.	k.A.	k.A.
Sauen an Bucht adaptiert	nein	nein	nein	nein	nein
Würfe (n)	51	55	77	79	162
Wurfnummer Sauen (Mittelwert)	k.A.	k.A.	4,8	4,4	4,6
Buchfläche (m²)	**4,7**	**4,7**	**5,0**	**5,0**	**5,0**
Bucht, Maße (m x m)	1,80 x 2,60	1,80 x 2,60	2,0 x 2,5	2,0 x 2,5	2,0 x 2,5
Fläche Sau (m²)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Boden, Perforation	> 60 % Vollspalten	> 60 % Vollspalten	100 % Vollspalten	100 % Vollspalten	100 % Vollspalten
Boden, Material	Beton/Gussrosten	Beton/Gussrosten	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff
Nestbau, Material	wenig Stroh	wenig Stroh	teils 500g Langstroh	teils 500g Langstroh	teils 500g Langstroh
Nestbau, Vorlage Material	k.A.	k.A.	Raufe	Raufe	Raufe
Ferkelnest [3]	ho	ho	k.A.	k.A.	k.A.
Fläche Ferkelnest (m²)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

[1] L/F = Lehr-und Forschungsbetrieb, P = Praxisbetrieb; [2] SB = Standardbucht mit Kastenstand zur permanenten Fixierung, BB = Bewegungsbucht mit Kastenstand zur temporären Fixierung; [3] Ferkelnest offen (o), halboffen mit Deckel (ho), geschlossen mit Deckel und seitlicher Abschirmung (g);

Fixierung Sau vor Geburt (Tg.)	7	0	7	7	0
Fixierung Sau nach Geburt (Tg.)	bis Absetzen	0	bis Absetzen	10	0
Wurfgröße, gesamt (n)	**16,6**	**17,0**	11,1	11,7	11,0
Totgeborene Ferkel (n)	**1,8**	**2,5**	**1,0**	**1,0**	**0,8**
Totgeborene Ferkel (%)	10,8	14,7	9,0	8,5	7,3
Lebend geborene Ferkel (n)	**14,8**	**14,5**	**10,1**	**10,7**	**10,2**
Verendete Ferkel vor WA [4] (n)	**0,3**	**0,7**			
Verendete Ferkel vor WA [4] (%)	2,0	4,8			
Versetzte Ferkel (n)	-0,9	-0,2	k.A.	k.A.	k.A.
Mortalität weggesetzte Ferkel (n)	0,1	0,03			
Anzahl Ferkel nach WA [4] (n)	**13,6**	**13,6**			
Mortalität nach WA (%)	11,8	15,4			
Mortalität nach WA (n)	1,6	2,1			
Abgesetzte Ferkel (n)	**12,0** bis Tag 10	**11,5** bis Tag 10	**8,3**	**8,6**	**7,6**
Weggesetzte Ferkel abgesetzt (n)	0,8	0,2			
Mortalität leb.geb. Ferkel (n)	2,0	2,8	1,8	2,1	2,6
Mortalität leb.geb. Ferkel (%)	13,5 bis Tag 10	19,3 bis Tag 10	**17,9**	**19,6**	**25,4**
Gesamtmortalität (n)	3,8	5,3	2,8	3,1	3,4
Gesamtmortalität (%)	22,9	31,2	25,2	26,5	30,9

[4] Wurfausgleich

10 Danksagungen

Mein ganz herzlicher Dank gebührt den Korrekturleserinnen und -lesern, die mir mit ihrem Fachwissen und Vorschlägen sehr geholfen haben:

Dr. Maria Dayen, Oldenburg

Prof. Dr. Isabel Hennig-Pauka, Hannover

Prof. Dr. Thomas Richter, Vohburg a.d. Donau

Dr. Roland Weber, Ettenhausen, Schweiz

TA Lukas Geiping danke ich für die gute Zusammenarbeit bei der Zusammenstellung und Aufarbeitung der Literatur in Kapitel 2.2. Die Ausführungen sind Teil einer Publikation*, die Bestandteil der Dissertation von Lukas Geiping sein wird.

* **Geiping, L., grosse Beilage, E. (2020):** Mortalität bei neonatalen Saugferkeln – eine Literaturübersicht zu Umfang und Risikofaktoren. Der Praktische Tierarzt 101, 280-290.