

Einfluss von Verhaltensmerkmalen und Wurfeigenschaften auf eine erfolgreiche Ferkelerzeugung im ökologischen Landbau

Elisabeth Sinz¹, Simone Helmreich¹, Sabine Obermaier¹, Ute Knierim²

¹Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

²Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften,
Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss der Merkmale Ferkelvitalität, Wurfhomogenität, Nestbauverhalten, Abliegeverhalten und Verteidigungsverhalten gegenüber dem Menschen auf bestimmte Merkmale der Aufzuchtleistung (Anzahl aufgezogener Ferkel, Ferkelverluste gesamt und durch Erdrücken) untersucht. Auf elf Öko-Ferkel-erzeugerbetrieben in Bayern wurden dazu Mutter- und Wurfeigenschaften im Zeitraum von Juni 2018 bis August 2019 erfasst. Muttersauen mit ausgeprägtem Nestbauverhalten wiesen einen reduzierten Anteil tot geborener Ferkel auf. Sauen, die sich aufmerksam und kontrolliert ablegten, erdrückten weniger Ferkel. Außerdem hatten die Ferkelvitalität und Wurfhomogenität einen hochsignifikanten Einfluss auf die Anzahl aufgezogener Ferkel. Bei vitalen Würfen wurden 0,60 Ferkel mehr aufgezogen, bei homogenen Würfen erhöhte sich die Anzahl aufgezogener Ferkel um 0,58 Ferkel. Das Verteidigungsverhalten der Sau hatte keinen signifikanten Effekt auf die Aufzuchtleistung.

Abstract

In this study, the impact of the parameters litter quality, nesting, lying down behaviour and defensive behaviour toward humans on reproductive performance (number of weaned piglets, piglet losses in total and by crushing) was investigated. Maternal and litter traits were documented on eleven organic piglet producing farms from June 2018 until August 2019. The probability of stillborn piglets was reduced for sows building a nest. Sows that lay down carefully and in a controlled way crushed less piglets. Furthermore, the vitality and homogeneity of the litter had a highly significant effect on the number of weaned piglets. When the piglets were vital, the number of weaned piglets increased by 0.60, when the litter was homogenous, the number of weaned piglets increased by 0.58. Defensive behaviour of the sow had no significant effect on reproductive performance.

1 Einleitung

Der Erfolg der Ferkelerzeugung im ökologischen Landbau hängt entscheidend von der Aufzuchtleistung (Anzahl abgesetzter Ferkel pro Sau und Jahr) und damit von der Überlebensrate der Ferkel ab (Weiß & Uhl 2011). Die meisten Verluste treten in den ersten drei Tagen post partum (pp) auf. Hauptverlustursache ist das Erdrücken von Ferkeln durch die Mutter-sau (Dyck & Swierstra 1987, Edwards *et al.* 1994). Das größere Platzangebot und die erweiterte Haltungsumwelt, wie sie in der ökologischen Sauenhaltung vorzufinden sind,

stellen bestimmte Anforderungen an Tier und Mensch und rücken spezifische Eigenschaften der Sau und ihres Wurfes zusätzlich in den Vordergrund. So finden auch Eigenschaften der Sau wie Nestbauverhalten, maternales Verhalten, das Verhalten gegenüber dem Menschen und die Ferkelvitalität zunehmend Beachtung (Appel 2012, Baxter *et al.* 2011, Hellbrügge 2007, Wischner *et al.* 2009).

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss dieser Merkmale (Nestbauverhalten, Abliegeverhalten, Verteidigungsverhalten, Wurfqualität) auf bestimmte Merkmale der Aufzuchtleistung untersucht. Dabei wurden folgende Hypothesen geprüft:

- Sauen mit ausgeprägtem Nestbauverhalten haben einen geringeren Anteil tot geborener Ferkel.
- Eine hohe Homogenität des Wurfes und eine hohe Ferkelvitalität beeinflussen die Anzahl aufzogener Ferkel positiv.
- Muttersauen, die Vorabliegeverhalten (VAV) zeigen und sich kontrolliert ablegen, erdrücken prozentual weniger Ferkel.
- Sauen, die ihre Ferkel besonders stark gegenüber dem Menschen verteidigen („aggressive Sauen“), erzielen eine höhere Anzahl aufzogener Ferkel als „umgängliche Sauen“.

Außerdem wurde untersucht, ob Zusammenhänge zwischen der Wurfhomogenität und der Ferkelvitalität sowie zwischen dem Ausüben von VAV und einem kontrollierten Abliegevorgang bestehen.

2 Material und Methoden

Für die vorliegende Auswertung wurden die Daten von elf ökologischen sauenhaltenden Betrieben in Bayern herangezogen ($n = 1.018$ Würfe). Die Erhebungen wurden von Juni 2018 bis August 2019 durchgeführt. Die LandwirtInnen wurden in der Beobachtung und Kategorisierung der funktionalen Merkmale geschult. Es wurden sowohl Eigenschaften des Wurfes als auch Verhaltensmerkmale der Sau erfasst.

Nestbauverhalten: Zwei bis drei Tage vor dem Geburtstermin wurde regelmäßig geprüft, ob die Sau Nestbauverhalten zeigt. Merkmale des Nestbauverhaltens sind: Wühlen im Stroh, Scharren im Stroh mit den Vorderbeinen, Herumtragen von Stroh im Maul.

Abliegeverhalten: Innerhalb der ersten fünf Tage nach der Geburt wurde bewertet, ob die Sau VAV ausübt und ob sie sich beim Abliegen fallen lässt (Fallen lassen beim Abliegen, FLA). Eine positive Bewertung des VAV bedeutet, dass die Sau sich vor dem Abliegen nach den Ferkeln umschaute. Befanden sich diese in der Nähe der Sau, brachte sie die Ferkel durch Anstupsen, Schnüffeln, Scharren, Wühlen oder Lautäußerungen dazu, den Gefahrenbereich zu verlassen. Bei der Beurteilung des Merkmals FLA war darauf zu achten, ob sich die Sau kontrolliert ablegte oder ob sie sich beim Abliegen fallen ließ.

Umgänglichkeit: Die Umgänglichkeit der Sau wurde anhand ihres Verteidigungsverhaltens gegenüber dem Menschen zum Schutz ihrer Ferkel erfasst. Dieses Verhalten wurde mit Hilfe von drei Kategorien (kein, leichtes und starkes Verteidigungsverhalten) beurteilt und während drei Maßnahmen (Wurfbehandlung, Eisengabe und Mycoplasmen-Impfung) erfasst. Anschließend wurden die Einzelbeobachtungen in einer Note „Umgänglichkeit“ mit drei Ausprägungen (gut, mittel, schlecht) zusammengefasst.

Wurfqualität: Die Wurfeigenschaften wurden unmittelbar nach der Geburt beurteilt. Dabei wurden die Homogenität des Wurfes und die Ferkelvitalität bewertet. Der Wurf wurde als

vital eingestuft, wenn die Ferkel nach der Geburt direkt bewegungsfähig waren und selbstständig Biestmilch aufnahmen. Ein lebensschwaches oder immobiles Ferkel wurde toleriert. Als homogen galt ein Wurf mit keinen sichtbaren oder nur sehr geringen Größenunterschieden und maximal einem sehr großen oder sehr kleinen Ferkel im Wurf.

Zudem wurden folgende Ferkelzahlen erhoben: lebend und tot geborene (zum Zeitpunkt der Geburt, Unterscheidung von tot und lebend Geborenen nach dem Entscheidungsbaum von Leeb (Pfeiffer 2013)), zugesetzte und wegversetzte, erdrückte sowie aufgezogene Ferkel (am 42. Lebenstag).

Bei den Muttersauen handelte es sich um Tiere der Rassen Landrasse (LR), Edelschwein (ES) und deren Kreuzungen. Es wurden ausschließlich Würfe mit maximal fünf versetzten und mindestens fünf lebend geborenen Ferkeln in die Auswertungen einbezogen. Zudem wurden nur die Wurfnummern eins bis zehn berücksichtigt. Somit ergab sich ein mittleres Alter der Sauen von 3,38 ($\pm 2,23$) Würfen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS (SAS Inst. Inc., Version 9.4). Der Zusammenhang zwischen Wurfausgeglichenheit und Ferkelvitalität ($n = 1004$) sowie VAV und FLA ($n = 901$) wurde mittels Chi-Quadrat(χ^2)-Test untersucht.

Der Einfluss der funktionalen Merkmale auf die Leistungsparameter wurde mit einem gemischten linearen Modell (MIXED Prozedur bzw. GLIMMIX Prozedur) geschätzt. Folgende mögliche Einflüsse wurden untersucht:

- fixer Effekt des Nestbauerhaltens auf den Anteil tot geborener Ferkel ($n = 979$)
- fixer Effekt von Vitalität und Homogenität des Wurfes auf die Anzahl aufzogener Ferkel ($n = 1.004$)
- fixer Effekt von VAV und FLA auf den Anteil erdrückter Ferkel ($n = 901$) sowie
- fixer Effekt der Umgänglichkeit auf die Anzahl aufzogener Ferkel ($n = 988$).

Die Wurfgröße wurde als fixer Regressionskoeffizient berücksichtigt. Das Alter der Sau (Jungsau = 1. Wurf, mittelalte Sau = 2. – 5. Wurf, Altsau = ab 6. Wurf) und die Rasse der Sau (LR, ES, Kreuzung) wurden als fixe Effekte in das Modell aufgenommen. Da die Effekte Rasse des Wurfebers (LR, ES, Du, Pi, PixDu) und Saison (Sommer 18, Herbst 18, Winter18/19, Frühjahr 19, Sommer 19) bei allen Modellen keinen signifikanten Einfluss hatten, wurden sie im endgültigen Modell nicht mehr berücksichtigt. Die Sau und der Betrieb ($n = 11$) wurden als zufällige Effekte angenommen. Multiple Mittelwertvergleiche wurden mit dem Tukey-Kramer Test durchgeführt. Bei allen Modellen wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse und Diskussion

Zusammenhang zwischen Wurfausgeglichenheit und Ferkelvitalität

Von 1004 Würfen wurden 887 (88,4 %) als vital und 556 (55,4 %) als homogen beurteilt. Nur 5,0 % der homogenen Würfe waren auch nicht vital (28 von 556 Würfen), wohingegen dieser Anteil bei nicht homogenen Würfen mit 19,9 % (89 von 448 Würfen) viermal so hoch lag ($\chi^2 = 52,999$, $p < 0,0001$). Vergleichbare Ergebnisse fanden Minihuber *et al.* (2019), die bei 586 Würfen von 200 Kreuzungssauen der Rassen Edelschwein und Landrasse eine positive Korrelation dieser Wurfeigenschaften feststellten.

Zusammenhang zwischen Vorabliegeverhalten und Abliegeverhalten

Zwischen der Ausprägung der Merkmale FLA und VAV konnte ebenfalls ein hoch-signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden ($n = 901$, $\chi^2 = 31,141$, $p < 0,0001$). Sauen, die kein VAV zeigten, ließen sich häufiger beim Abliegen fallen (15,5 %; 15 von 97 Würfen) im Vergleich zu Sauen mit VAV (3,1 %; 25 von 804 Würfen). Bei 1,7 % ($n = 15$) der Würfe ließ sich die Sau fallen, ohne davor über VAV den Ferkeln ein Signal gegeben zu haben. Diese Abliegevorgänge sind besonders gefährlich und erhöhen Er-drückungsverluste deutlich. VAV dient dazu, die Aufmerksamkeit der Ferkel zu gewinnen und ihnen genug Zeit zu geben, sich wegzubewegen (Marchant *et al.* 2001).

Einfluss des Nestbauverhaltens auf den Anteil tot geborener Ferkel

Im Mittel betrug die Anzahl tot geborener Ferkel je Wurf 1,18 ($\pm 1,43$). Dies entspricht einem mittleren Anteil an den Gesamtgeborenen von 8,0 % ($\pm 9,3$ %). Das Nestbauverhalten wurde bei 979 Würfen beurteilt. Bei 931 Würfen (95,1 %) hat die Muttersau deutlich ausgeprägtes Nestbauverhalten gezeigt. Die mittlere Anzahl tot geborener Ferkel lag bei Sauen mit Nestbauverhalten bei 1,12 ($\pm 1,37$) Ferkeln und somit um 0,52 Ferkel niedriger als bei Sauen ohne Nestbauverhalten ($\mu_{\text{tot}} = 1,65$ ($\pm 1,83$)). Die Analyse des gemischten linearen Modells ergab, dass Nestbauverhalten den erwarteten Anteil tot geborener Ferkel reduzierte (LSM: 7,1 % vs. 10,0 %, $p = 0,0151$). Außerdem stieg der Anteil tot geborener Ferkel mit höherer Parität ($p = 0,0002$) und zunehmender Wurfgröße ($p < 0,0001$). Die Rasse der Sau beeinflusst den Anteil tot geborener Ferkel nicht. Minihuber *et al.* (2019) konnten in ihrer Studie ebenfalls zeigen, dass unter ökologischen Haltungsbedingungen mit Stroheinstreu ausgeprägtes Nestbauverhalten zu weniger tot geborenen Ferkeln führt. Jedoch hängt das Nestbauverhalten stark von externen Faktoren, wie ausreichender Bewegungsfreiheit und dem Vorhandensein eines geeigneten Nestbaumaterials, ab (Jensen 1993, Thodberg *et al.* 1999, Westin 2014, Yun *et al.* 2014). In jedem Fall ist das Bauen eines Nestes vor dem Abferkeln eine essentielle Verhaltensweise (Wischner *et al.* 2009), welche mit verschiedenen positiven Effekten für Sau und Ferkel verbunden ist (Cronin *et al.* 1993; Yun *et al.* 2014; Yun und Valros 2015). Kann die Sau Nestbauverhalten nicht ausleben, führt das zu Stress und wirkt sich auf den Hormonhaushalt (endogene Oxytocin- und Prolactinkonzentration) der Sau aus (Yun *et al.* 2014, Yun & Valros 2015). Dies kann sich wiederum negativ auf die Länge der Geburt (Cronin *et al.* 1993), die Aufzuchtleistung und das mütterliche Verhalten der Sau auswirken (Yun *et al.* 2014).

Einfluss der Ferkelvitalität und Wurfhomogenität auf die Anzahl aufzogener Ferkel

Im Schnitt wurden auf den elf Betrieben 10,44 ($\pm 1,98$) Ferkel pro Wurf aufgezogen. Die Ergebnisse des gemischten linearen Modells zeigen, dass die erwartete Anzahl abgesetzter Ferkel bei vitalen im Vergleich zu nicht vitalen Würfen um 0,60 Ferkel höher lag (LSM: 10,22 vs. 9,62, $p < 0,0001$). Bei homogenen Würfen war die erwartete Anzahl abgesetzter Ferkel um 0,58 Ferkel erhöht (LSM: 10,21 vs. 9,63, $p < 0,0001$). Allerdings war auch ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl aufzogener Ferkel und der Wurfgröße festzustellen ($p < 0,0001$). Daneben war die erwartete Anzahl aufzogener Ferkel bei Sauen vom 1. bis 5. Wurf höher als bei Sauen ab dem 6. Wurf ($p < 0,0001$) sowie bei Edelschwein-Sauen und Kreuzungstieren höher als bei Landrasse-Sauen ($p = 0,0033$). Auch

andere Studien bestätigen, dass Sauen mit vitalen Ferkeln eine höhere Anzahl abgesetzter Ferkel bzw. geringere Ferkelverluste erzielen (Minihuber *et al.* 2019, Schodl *et al.* 2019). Die Ferkelsterblichkeit war bei Schodl *et al.* (2019) bei Würfen mit einer niedrigen Vitalität (Score 4) im Vergleich zu Würfen mit einer hohen Vitalität (Score 1) etwa 3,6-mal so hoch (LSM = 7,98 % vs. 29,12 %). In der Untersuchung von Minihuber *et al.* (2019) betrug die Differenz abgesetzter Ferkel zwischen vitalen und nicht vitalen Würfen sogar 1,7 Ferkel ($p < 0,0001$). Würfe mit einheitlichen Geburtsgewichten der Ferkel hatten auch vitalere Ferkel und somit geringere Verluste, was für eine Zucht auf einheitliche Geburtsgewichte spricht (Minihuber *et al.* 2019).

Einfluss des Vorabliegeverhaltens und Abliegeverhaltens auf den Anteil erdrückter Ferkel

Durchschnittlich wurden pro Wurf 1,25 ($\pm 1,51$) Ferkel erdrückt. Dies entspricht einem mittleren Anteil von 9,6 % ($\pm 11,3$ %) an den Saugferkeln. VAV und FLA wurden bei 901 Würfen beurteilt. Sauen ohne VAV ($\mu_{\text{erdrückt}} = 2,11 (\pm 2,05)$) erdrückten im Mittel etwa doppelt so viele Ferkel wie Sauen mit VAV ($\mu_{\text{erdrückt}} = 1,05 (\pm 1,33)$). Sauen, die sich fallen ließen, erdrückten durchschnittlich 2,85 ($\pm 2,40$) Ferkel und damit 1,77 Ferkel mehr als Sauen mit kontrolliertem Abliegeverhalten ($\mu_{\text{erdrückt}} = 1,08 (\pm 1,35)$). Die Analyse des gemischten linearen Modells ergab, dass der erwartete Anteil erdrückter Ferkel pro Wurf bei Sauen mit VAV geringer war ($p = 0,0008$, LSM: 9,3 % vs. 13,3 %). Bei Sauen, die sich beim Abliegen fallen ließen, war der erwartete Anteil erdrückter Ferkel im Vergleich zu Sauen, die sich kontrolliert ablegten, erhöht ($p < 0,0001$, 14,7 % vs. 8,4 %). Eine höhere Parität der Sau und größere Würfe waren ebenfalls mit einem höheren Anteil erdrückter Ferkel verbunden ($p < 0,0001$). Edelschwein-Sauen wiesen im Vergleich zu Landrasse-Sauen und Kreuzungstieren eine verringerte Wahrscheinlichkeit für Erdrückungen auf ($p = 0,0004$). Valros *et al.* (2003) und Wischner *et al.* (2010) kamen zu vergleichbaren Ergebnissen. Sauen, die keine Ferkel erdrückten, zeigten vor dem Abliegen häufigeres und längeres Schnüffeln, mehr Nasenkontakte, schauten sich vermehrt nach ihren Ferkeln um (Wischner *et al.* 2010) und zeigten häufiger Wühlen am Boden (Valros *et al.* 2003). Andersen *et al.* (2005) und Minihuber *et al.* (2019) kommen zu dem Schluss, dass Erdrückungsverluste eng mit den Muttereigenschaften verbunden sind. Aufmerksame, fürsorgliche Sauen, die gut auf Ferkelschreie reagieren und ihr Ferkel beschützen, erdrücken weniger Ferkel.

Einfluss der Umgänglichkeit auf die Anzahl aufgezogener Ferkel

Die Umgänglichkeit der Sau wurde bei 988 Würfen beurteilt (Note 1: 412 Würfe, Note 2: 445 Würfe, Note 3: 131 Würfe). Der Effekt der Umgänglichkeit auf die Anzahl aufgezogener Ferkel war nicht signifikant ($p = 0,6770$). Größere Würfe ($p < 0,0001$), Sauen niedrigerer Parität ($p < 0,0001$) sowie Edelschwein- und Kreuzungssauen ($p = 0,0005$) beeinflussten die Anzahl abgesetzter Ferkel wiederum positiv. Grandinson *et al.* (2003) haben eine sehr niedrige genetische Korrelation zwischen der Überlebensrate der Ferkel und aggressivem Verhalten gegenüber den TierbetreuerInnen gefunden. Dagegen konnten auch Minihuber *et al.* (2019) und Marchant (1988) keinen Einfluss des Verhaltens zwischen Sau und Menschen auf die Aufzuchtleistung nachweisen. Nach diesen und den eigenen Ergebnissen sind keine Leistungseinbußen zu erwarten, wenn nicht umgängliche Sauen aus dem Bestand genommen werden.

4 Schlussfolgerung

Die Studie zeigt, dass Sauen mit mütterlichem Verhalten sowie vitalen und homogenen Würfen eine bessere Aufzuchtleistung aufweisen. Muttersauen mit ausgeprägtem Nestbauverhalten, die sich aufmerksam und kontrolliert ablegen, erdrücken weniger Ferkel und ziehen mehr Ferkel auf. Zukünftig werden die konsequente Beobachtung und systematische Beurteilung des Verhaltens der Muttersauen rund um die Geburt sowie die züchterische Weiterentwicklung dieser Merkmale für eine erfolgreiche Ferkelerzeugung insbesondere unter freien Haltungsbedingungen von großer Bedeutung sein.

Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Förderung des Forschungsprojektes (A/18/09) und den im Projekt beteiligten LandwirtInnen für die erfolgreiche und positive Zusammenarbeit.

5 Literaturverzeichnis

Andersen IL, Berg S & Bøe KE (2005) Crushing of piglets by the mother sow (*Sus scrofa*) - purely accidental or a poor mother? *Appl. Anim. Behav. Sci.* (93): 229-243

Appel AK (2012) Genetische Analyse von Verhaltensmerkmalen beim Schwein. Dissertation, Georg-August-Universität, Göttingen

Baxter EM, Jarvis S, Sherwood L, Farish M, Roehe R, Lawrence AB & Edwards SA (2011) Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behaviour of the farrowing sow. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (130): 28-41

Cronin GM, Schirmer BN, McCallum TH, Smith JA & Butler KL (1993) The effects of providing sawdust to pre-parturient sows in farrowing crates on sow behaviour, the duration of parturition and the occurrence of intra-partum stillborn piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (36): 301-315

Dyck GW & Swierstra EE (1987) Causes of piglet death from birth to weaning. *Can. J. Anim. Sci.* (67): 543-547

Edwards S, Smith W, Fordyce C & MacMenemy F (1994) An analysis of the causes of piglet mortality in a breeding herd kept outdoors. *Vet. Rec.* (135): 324-327

Grandinson K, Rydhmer L, Strandberg E & Thodberg K (2003) Genetic analysis of on-farm tests of maternal behaviour in sows. *Livest. Prod. Sci.* (83): 141-151

Hellbrügge B (2007) Genetic aspects of piglet losses and the maternal behaviour of sows. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

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

Marchant JN (1988) Sow aggression towards the stockperson: relationships with approach test parameters and piglet survival. In: *Proceedings of the 32nd Congress ISAE*, Clermont-Ferrand: 109

Marchant JN, Broom DM & Corning S (2001) The effects of sow maternal behaviour on piglet mortality in an open farrowing system. *Anim. Sci.* (62): 675

- Minihuber U, Hagmüller W, Gallnböck M & Riffert V (2019) Einfluss spezifischer Verhaltensweisen von biologisch gehaltenen Zuchtsauen auf deren Leistungsdaten. *Züchtungskunde* (91): 85-101
- Pfeiffer C (2013) Qualitative und quantitative Beurteilung des Verhaltens von Jungsauen in Annäherungstests. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, Institut für Nutztierwissenschaften
- Schodl K, Revermann R, Winckler C, Fuerst-Waltl B, Leeb C, Willam A, Knapp P & Pfeiffer C (2019) Assessment of Piglet Vitality by Farmers-Validation of A Scoring Scheme and Estimation of Associated Genetic Parameters. *Animals* (9): 317
- Thodberg K, Jensen KH, Herskin MS & Jørgensen E (1999) Influence of environmental stimuli on nest building and farrowing behaviour in domestic sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (63): 131-144
- Valros A, Rundgren M, Špinko 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. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (83): 29-40
- Weiß J & Uhl J (2011) Anforderungen an die Wettbewerbsfähigkeit der Ökosauenhaltung aus Sicht der Ökonomik. In: *Ökologische Ferkelerzeugung unter die Lupe genommen*, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (9): 131-148
- Westin R (2014) Strategic use of straw at farrowing - effects on behaviour, health and production in sows and piglets. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Skara
- Wischner D, Kemper N & Krieter J (2009) Nest-building behaviour in sows and consequences for pig husbandry. *Livest. Sci.* (124): 1-8
- Wischner D, Kemper N, Stamer E, Hellbrügge B, Presuhn U & Krieter J (2010) Prelying behaviour patterns in confined sows and their effects on crushing of piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (122): 21-27
- Yun J, Swan K-M, Farmer C, Oliviero C, Peltoniemi O & Valros A (2014) Prepartum nest-building has an impact on postpartum nursing performance and maternal behaviour in early lactating sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (160): 31-37
- Yun J & Valros A (2015) Benefits of Prepartum Nest-building Behaviour on Parturition and Lactation in Sows - A Review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* (28): 1519-1524

Zitiervorschlag: Sinz E, Helmreich S, Obermaier S, Knierim U (2020): Einfluss von Verhaltensmerkmalen und Wurfeigenschaften auf eine erfolgreiche Ferkelerzeugung im ökologischen Landbau. In: Wiesinger K, Reichert E, Saller J, Pflanz W (Hrsg.): *Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2020, Tagungsband*. –Schriftenreihe der LfL 4/2020, 55-61