

Sind die Muttereigenschaften von Sauen ein zukünftiges Selektionsmerkmal?

Dr. Karl-Heinz Tölle (Kiel)

1. Einleitung

Die Erzeugung qualitativ hochwertigen Schweinefleisches zu geringen Kosten ist das vorrangige Ziel der modernen Schweineproduktion. Die Effizienz hängt dabei neben einer Vielzahl von Faktoren nicht nur von der Wachstumsleistung, sondern auch stark vom Reproduktionserfolg ab. Obwohl die Wurfgröße zum Absetzzeitpunkt das bestimmende Leistungskriterium für die Ferkelerzeugung ist, werden in der Regel nur die geborenen bzw. die lebend geborenen Ferkel in den Zuchtprogrammen berücksichtigt.

Trotz geringer Heritabilitäten zeigen eine Reihe von Untersuchungen, dass eine Selektion auf Wurfgröße erfolgreich ist (JOHNSON et al., 1999; TRIBOUT et al., 2002). Mit zunehmender Selektion auf die Ferkelzahl ist jedoch eine unerwünschte Erhöhung der Verluste bis zum Absetzen zu erkennen (JOHNSON et al., 1999; TRIBOUT et al., 2002). LUND und Mitarbeiter (2002) schätzten eine negative genetische Korrelation ($r_g = -0,39$) zwischen der Wurfgröße und der Überlebensrate der Ferkel bis zum Absetzen bei Landrassesauen. Dies bedeutet, dass die Effizienz der Selektion auf Wurfgröße bei der Geburt durch höhere Ferkelverluste verringert wird. Die direkte Selektion auf die Überlebensrate der Saugferkel ist nach RÖHE (2001) ineffizient, da es sich um ein Merkmal mit sehr geringer Heritabilität und kategorischer Ausprägung handelt. RÖHE und KALM (2000) ermittelten, dass die individuellen Geburtsgewichte die größte relative Bedeutung für die Saugferkelverluste haben. Deshalb sollten nach RÖHE (2001) die Geburtsgewichte in Kombination mit den lebend geborenen Ferkeln in der Zucht Berücksichtigung finden. Um von dem genetischen Fortschritt in der Wurfgröße zu profitieren, führen GRANDINSON und Mitarbeiter (2003) an, dass in den Zuchtzielen ein Merkmal berücksichtigt werden sollte, welches die Fähigkeit einer Sau beschreibt, ihre Ferkel erfolgreich aufzuziehen.

Angesichts der gegenwärtigen Entwicklung in der Sauehaltung in Richtung von Systemen mit viel Freiraum für die Sauen sind Untersuchungen zur individuellen Anpassungsfähigkeit der Tiere an die verschiedenen Anforderungen besonders bedeutsam. Die Ferkel sind in diesen Haltungssystemen weniger vor dem Fehlverhalten der Sauen geschützt. Ein weiterer Aspekt sind die stetig steigenden Betriebsgrößen in der Ferkelerzeugung. Eine umfassende Einzeltierüberwachung z. B. zum Zeitpunkt der Geburt ist in den größeren Betrieben kaum möglich. Den Muttereigenschaften der Sauen kommt folglich bei den überwiegend um den Geburtszeitpunkt und in den ersten Lebenstagen auftretenden Ferkelverlusten eine wachsende Bedeutung zu.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Muttereigenschaften von Sauen sind bisher noch gering. In den skandinavischen Ländern wurde 1998 ein Netzwerk für die Schweinezucht und Ethologie (www-nordicnetwork-sow.slu.se) aufgebaut, welches sich mit den Einflüssen maternaler Merkmale auf die Ferkelproduktion beschäftigt. In den folgenden Ausführungen soll insbesondere auf die Ergebnisse aus diesem Projekt eingegangen werden.

2. Beschreibung der Muttereigenschaften

Neben den klassischen Merkmalen wie Wurfgröße, Geburtsgewicht und Ferkelverluste können nach GRANDINSON (2003) die Muttereigenschaften auch durch das Verhalten der Sauen und durch das frühe Wachstum der Ferkel charakterisiert werden.

Die neugeborenen Ferkel sind auf der einen Seite vom schnellen Zugang zum Kolostrum und zur Milch der Sau abhängig, auf der anderen Seite stellt die Sau den größten Risikofaktor für ihre Gesundheit dar (GRANDINSON et al., 2003). Dies macht das sorgsame Verhalten der Sauen zu einem entscheidenden Kriterium für die Überlebensrate der Saugferkel. Nach FRASER (1990) ist eine große Variation im Verhalten der Sauen zu beobachten, welche jedoch deutlich durch Umweltbedingungen bestimmt wird. Um das Verhalten genauer zu analysieren, ist eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Verhaltenskomplexe notwendig.

Verhalten vor und während der Geburt

Etwa 24 Stunden vor der Geburt steigt die Aktivität der Sauen an. Analog zu den Verhaltensmustern von Wildschweinen versuchen sie, in den Abferkelbuchten ein Nest zu bauen (WECHSLER und HEGGLIN, 1997). Nach den Untersuchungen von CRONIN und Mitarbeitern (1993) sowie THODBERG und Mitarbeitern (1999b) sind Sauen vor der Geburt sehr aktiv, wenn ihnen Nestbaumaterial zur Verfügung gestellt wird, sie werden jedoch ruhiger, wenn die Geburt beginnt. Dies bewirkt wiederum, dass der Geburtsvorgang schneller erfolgt, weniger Ferkel tot geboren werden, weniger Ferkel während der Geburt erdrückt werden und die Reaktion der Sau auf Ferkelgeschrei verbessert wird (CRONIN und VAN AMERONGEN, 1991; CRONIN et al., 1993 und 1994; HERSKIN et al., 1998).

Verhalten und Erdrückungsverluste

Eine der häufigsten Verlustgründe ist das Erdrücken der Ferkel durch die Sau. Nach BLACKSHAW und HAGELSLØ (1990) sowie WECHSLER und HEGGLIN (1997) sind große Unterschiede zwischen den Sauen bezüglich der Sorgsamkeit beim Positionswechsel zu erkennen. Bei Rollbewegungen ist der Einfluss der Geschwindigkeit und des Ablaufes auf die Erdrückungsverluste größer als die Frequenz (WEARY et al., 1996). Besonders häufig sind Erdrückungsverluste zu beobachten, wenn Sauen sich fallen lassen, ohne vorher zu schnüffeln und gegebenenfalls die Ferkel zur Seite zu schieben (BLACKSHAW und HAGELSLØ, 1990; WECHSLER und HEGGLIN, 1997). Hierbei ist allerdings auch ein negativer Einfluss von Fundament- und Konstitutionsproblemen auf die Bewegungsfolge zu beachten. Legt sich eine Sau auf eines ihrer Ferkel, so ist das Risiko des Verlustes um so größer, je länger sie in dieser Position verbleibt. Daher ist es weiterhin entscheidend, dass die Sauen schnell auf das Angstgeschrei der Ferkel reagieren und aufstehen (WECHSLER und HEGGLIN, 1997; THODBERG et al., 2002).

Säugeverhalten

Sauen haben keine Zitzenzisternen. Die Milch ist für die Ferkel daher nur kurz verfügbar, wenn durch Stimulation des Gesäuges Oxytocin freigesetzt wird. Daher ist es entscheidend, dass die Ferkel alle gleichzeitig saugen (ALGERS, 1993). Obwohl das Säugeverhalten als ein wichtiger Aspekt der Muttereigenschaften angesehen wird, ist kaum eine genetische Untersuchung zu diesem Thema bekannt. Nach VALROS und Mitarbeiter (2002) haben die Sauen ein individuelles Säugemuster. Die Autoren untersuchten das Säugeverhalten wie z. B. die Säugedauer und Säugefrequenz von 24 Sauen mit Hilfe von Videoaufzeichnungen. Die Häufigkeit des erfolgreichen Säugens war erwartungsgemäß positiv mit der Überlebensrate und dem Wachstum der Ferkel korreliert.

Angst, Stress und Bewältigungsstrategien

Die „Coping Style“-Hypothese wurde in einigen Untersuchungen zur Beschreibung von Bewältigungsstrategien von Schweinen in einer großen Bandbreite herausfordernder Situationen genutzt (JANCZAK et al., 2003b). Die Hypothese besagt, dass Tiere einheitliche Verhaltens- und physiologische Reaktionen aufweisen, die auf einer Skala von reaktiv bis proaktiv beschrieben werden können (KOOLHAAS et al., 1997). Unter hohen Stressbedingungen dominieren einfache Reiz-Reaktions-Muster auf Kosten einer übergeordneten Wahrnehmungskontrolle. Das Verhalten der Tiere ist somit möglicherweise nicht an die Situation angepasst. Bei starkem Angstempfinden können normale Reaktionen eingeschränkt oder auch ganz blockiert sein. Letztendlich können diese negativen Emotionen zu zwanghaften Handlungen führen (BOISSY et al., 2002). Derartige Fehlreaktionen sind z. B. bei aggressiven Sauen zu beobachten, die ihre Ferkel als bedrohliche, unbekannte Lebewesen sehen, welche sie daraufhin beißen und gelegentlich auch töten. Es ist zu erwarten, dass das Temperament die Muttereigenschaften von Sauen deutlich beeinflusst und sehr ängstliche Tiere schlechtere Muttereigenschaften aufweisen (THODBERG et al., 2002; JANCZAK et al., 2003b).

BOISSY und Mitarbeiter (2002) folgern aus den von ihnen zusammengestellten Literaturergebnissen bei verschiedenen landwirtschaftlichen Nutztieren, dass ein Selektionsprogramm zur Reduzierung des ängstlichen Verhaltens keine negativen Konsequenzen auf die Produktionsmerkmale hat, sondern andererseits sogar zur Verbesserung der Muttereigenschaften führt. Verhalten und physiologische Reaktionen auf beängstigende Ereignisse sind lediglich Indikatoren für Angst, stellen jedoch keine direkte Messung dar. Aufgrund der Komplexität der Mechanismen, die den Angstreaktionen unterliegen, ist eine Verhaltensweise nicht nur einem Emotionszustand zuzuordnen. Die Furchtsamkeit der Tiere muss unter realistischen und vergleichbaren Bedingungen untersucht werden, damit keine falsche Einordnung erfolgt. Negative Erfahrungen der Tiere z. B. durch Behandlungsmaßnahmen können ebenfalls Ursache von Angstreaktionen sein und damit das Untersuchungsergebnis beeinflussen (BOISSY et al., 2002).

3. Analyse möglicher Parameter

Grundlage für die Untersuchung möglicher Parameter ist die Annahme, dass Schweine in verschiedenen Altersstrukturen auf unterschiedlichste Situationen mit generellen Verhaltensmustern reagieren. Die Einordnung der Tiere erfolgt also nach ihrem Temperament (z. B. ängstlich und flüchtend bzw. ruhig und forschend). THODBERG

und Mitarbeiter (1999a) verglichen die Reaktionsmuster von Jungsauern bei einem Sozialverhaltenstest (Reaktion auf unbekannte Artgenossen), bei einem Futterkonkurrenztest (Verhalten gegenüber Artgenossen bei Futterkonkurrenz), bei einem „Open-Field-Test“ (Verhalten in einer neuen Umgebung und gegenüber neuen Gegenständen) und bei einem Personentest (Verhalten gegenüber einer Betreuungsperson). Die Autoren bestätigten, dass bei den 56 untersuchten Jungsauern individuelle stabile Reaktionsmuster auf die verschiedenen neuen Situationen bestanden.

Reaktion der Sau auf Ferkelgeschrei und -behandlung

Sauen, die stark auf Ferkelgeschrei reagieren, zeigen ein weniger riskantes Verhalten gegenüber ihren Ferkeln in der frühen Säugephase (THODBERG et al., 2002) und haben weniger Ferkelverluste durch Erdrücken. Die individuellen Unterschiede bei der Reaktion lassen vermuten, dass eine genetische Variation vorhanden sein könnte (WECHSLER und HEGGLIN, 1997).

In den Untersuchungen von GRANDINSON und Mitarbeitern (2003) wurde die Reaktion der Sauen auf mittels Tonband gezielt abgespieltes Ferkelgeschrei untersucht. Damit wurden die Schreie eines Ferkels simuliert, welches in Bedrängnis (z. B. unter der Sau liegend) geraten ist. GRANDINSON und Mitarbeiter (2003) untersuchten mit diesem Verfahren 829 Sauen mit insgesamt 1335 Würfen in 9 Betrieben. Alle Tiere waren in den Abferkelbuchten nicht fixiert. Das Tonband wurde am Abferkeltag bzw. am Tag danach bei den zu Testbeginn immer auf der Seite liegenden und nicht säugenden Sauen über eine Dauer von 20 Sekunden abgespielt. Die maximale Reaktion der Tiere wurden in 4 Klassen bewertet (1 = keine Reaktion; 2 = Sau bleibt liegen und schaut hoch; 3 = Sau setzt sich hin; 4 = Sau steht auf). Circa ein Drittel der Sauen setzte sich bzw. stand auf (Klasse 3 und 4), während der überwiegende Teil lediglich aufschaute, aber liegen blieb. Bei 20 % der Tests war keine Reaktion zu beobachten.

Zusätzlich wurde das Verhalten der Sauen bei Behandlungsmaßnahmen an ihren Ferkeln (ca. am 4. Säugetag) bonitiert (741 Würfe von 552 Sauen). Anders als beim Schreitest, befanden sich die Sauen nicht generell in der Liegeposition als der Test gestartet wurde. So wurde zunächst die Ausgangsposition der Sauen (Seitenlage, Bauchlage, Sitzen und Stehen) bestimmt. Anhand einer eventuellen Veränderung der Position wurde eine Bewertung vorgenommen. Als weitere Information standen in der Untersuchung die Ferkelverluste und die Erdrückungsverluste zur Verfügung.

In Tabelle 1 sind die genetischen Parameter der Saugferkelverluste sowie der Reaktion der Sau beim Schreitest, die mit einem Schwellenwertmodell geschätzt wurden, dargestellt. Die Erblichkeit der Reaktion auf das Ferkelgeschrei war mit $h^2 = 0,06$ leicht höher als die der Verlusten. Die Heritabilität der Reaktion auf die Behandlung der Ferkel war nahezu Null. Eine mögliche Ursache hierfür wurde von den Autoren in der schwierigeren Erfassung dieses Merkmals gesehen. Da sich die Sauen nicht in der gleichen Ausgangsposition befanden, konnte zum Beispiel bei einer Sau, die zu Beginn des Tests saß und bei Behandlung der Ferkel aufstand, nicht bestimmt werden, ob sie nicht auch aus der Liegeposition heraus aufgestanden und damit die Bewertung höher ausgefallen wäre.

Die leicht negativen genetischen Korrelationen zeigen, dass erwartungsgemäß die Sauen, welche stärker auf Fer-

kelgeschrei reagieren, geringere Ferkelverluste aufweisen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Standardfehler der Korrelationen hoch sind und eine eindeutige Aussage nicht möglich ist. Phänotypische Beziehungen zwischen der Reaktion auf Ferkelgeschrei und den Ferkelverlusten in den ersten Lebenstagen konnten nicht festgestellt werden.

Tabelle 1: Heritabilitäten (h²) und genetische Korrelationen zwischen der Schreitest-Reaktion und den Verlustraten (nach GRANDINSON et al., 2003)

	h ²	genetische Korrelation zu: Ferkelverl. Erdrückungs- (%) verl. (%)	
Reaktion der Sau beim Schreitest *	0,06 (±0,03)	-0,24 (±0,13)	-0,16 (±0,32)
Reaktion der Sau bei Ferkelbehandl. **	0,01 (±0,03)		
Saugferkelverluste (%)	0,03 (±0,02)		
Erdrückungsverl. (%)	0,04 (±0,02)		

* n = 1335 Würfe von 829 Sauen ** n = 741 Würfe von 552 Sauen

Eine deutliche Beeinflussung der Reaktion auf Ferkelgeschrei durch die Umwelt stellten THODBERG und Mitarbeiter (2002) fest, indem sie Sauen in Abferkelkästen mit denen in Bewegungsbuchten verglichen. In dieser Untersuchung wurde ebenfalls mittels Tonband Ferkelgeschrei abgespielt, jedoch wurde der Zeitpunkt so gewählt, dass die betrachteten Sauen sich im Abliegevorgang befanden. Dabei wurde zum einen die Zeit bis zur ersten Reaktion (Anhebung des Kopfes) und zum anderen bis zur effektiven Reaktion (Aufstehen) ermittelt. Sowohl die erste Reaktion als auch die effektive Reaktion war in den Bewegungsbuchten schneller als in den Kastenständen. Dass bei der Reaktion der Sauen auf Geräusche auch die Art des Geräusches entscheidend ist, zeigten WECHSLER und HEGGLIN (1997), die eine signifikant stärkere Reaktion auf das Abspielen von Ferkelgeschrei verglichen mit Vogelstimmen zeigten.

Reaktion gegenüber dem Betreuungspersonal

Einige Untersuchungen zum Temperament von Schweinen beschäftigten sich mit der individuelle Fähigkeit eines Tieres, unterschiedliche neue Situationen zu bewältigen. Die Meidung bzw. das Zugehen auf das Betreuungspersonal kann als ein Indikator für Angst und Aggression angesehen werden. In einigen Untersuchungen wurden die Kontaktreaktionen von Schweinen in verschiedenen Alterskategorien bewertet.

In dem Versuch von GRANDINSON und Mitarbeitern (2003) wurde die Reaktion der Sauen auf die Betreuungspersonen im Rahmen von Routinearbeiten (z. B. Eisengabe, Kastration) untersucht. Dabei wurde einerseits das Meidungsverhalten auf einer Skala von 1 bis 3 (1 = Sau geht auf die Person zu, 2 = Sau verändert die Position nicht, 3 = Sau entfernt sich von der Person) bewertet (738 Sauen mit 1197 Würfen) sowie das Auftreten von Aggression gegenüber der Betreuungsperson als 0/1-Merkmal (0 = keine Aggression, 1 = aggressiv) aufgezeichnet (766 Sauen mit 1161 Würfen).

Die geschätzten Erblichkeiten (Tab. 2) für die beiden Verhaltenskomplexe Meidung und Aggression lagen mit h² =

0,08 deutlich höher als die Erblichkeit der Ferkelverluste. Während bei der Aggression kein von Null verschiedener genetischer Bezug zu den Ferkelverlusten ermittelt wurde, konnte eine positive genetische Korrelation des Meidungsverhaltens sowohl zu den Gesamtverlusten als auch zu den Erdrückungsverlusten ermittelt werden. Die Schätzfehler waren hierbei jedoch hoch. Die Ergebnisse bedeuten, dass bei ängstlichen Sauen höhere Ferkelverluste auftreten.

Tabelle 2: Heritabilitäten (h²) und genetische Korrelationen zwischen der Annäherungsreaktion und den Verlustraten (nach GRANDINSON et al., 2003)

	h ²	genetische Korrelation zu: Ferkelverl. Erdrückungs- (%) verl. (%)	
Meidung, Furcht	0,08	+0,37 (±0,34)	+0,27 (±0,34)
Aggression	0,08	+0,01 (±0,40)	+0,03 (±0,37)

* n = 1197 Würfe von 738 Sauen ** n = 1161 Würfe von 766 Sauen

Eine deutlich höhere Erblichkeit für das Merkmal Furchtsamkeit wurde von HEMSWORTH und Mitarbeitern (1990) mit h² = 0,38 geschätzt. In dieser Untersuchung wurde das ängstliche Verhalten gegenüber einer Person bei 425 Jungsauen im Alter von 25 bis 30 Wochen in einem standardisierten Annäherungstest untersucht. Diese unterschiedlichen Ergebnisse zeigen, dass die Standardisierung der Versuchsanordnung und damit die Reduzierung der Umwelteinflüsse entscheidend für die Aussagekraft derartiger Tests sind.

Die Reaktion auf das Betreuungspersonal untersuchten auch JANCZAK und Mitarbeiter (2003b) bei 89 Ferkeln im Alter von nur 8 Wochen. Dabei wurde in der Bucht, in der die Ferkel untergebracht waren, ein Teil abgetrennt und jeweils ein Ferkel in diesem Bereich untersucht. Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit betrat die Betreuungsperson die Bucht und blieb in der Mitte ruhig stehen. Das Verhalten der Tiere innerhalb der folgenden 3 Minuten wurde per Video aufgezeichnet und anschließend anhand der Aufnahmen ausgewertet. Neben der Dauer und der Häufigkeit der Personen- und Raumerkundung wurde die Bewegungsaktivität der Ferkel ermittelt. Mit Hilfe einer Faktoranalyse wurde eine Einordnung der Furcht des Einzeltieres durchgeführt. 30 dieser so beurteilten Jungtiere wurden auch als Sauen bis zum Ende ihrer ersten Säugeperiode beobachtet. Sauen, die im Alter von 8 Wochen weniger Furcht vor der Betreuungsperson zeigten, hatten die höheren Reproduktionsleistungen und bessere Muttereigenschaften. Dies wiesen die Autoren anhand eines schnelleren Geburtsverlaufes und daraus folgernd einer geringeren Anzahl totgeborener Ferkel sowie einer geringeren Sterblichkeit der Ferkel bis zur 3. Lebenswoche nach. Aufbauend auf dieser Untersuchung stellten JANCZAK und Mitarbeiter (2003a) die Korrelationen zwischen den Parametern bei den 8 Wochen alten Ferkeln zur Wiederholung im Alter von 24 Wochen dar. Für die Dauer und Häufigkeit der Erkundung der Testperson sowie der Teilnahmslosigkeit wurden Rangkorrelationen lediglich um 0,3 angegeben.

4. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse aus der Literatur deuten auf eine genetische Fundierung der Muttereigenschaften im Hinblick auf

das Verhalten der Sauen hin. Das Temperament der Sauen spielt dabei eine entscheidende Rolle. Tiere, die ruhig und neugierig mit für sie neuen Situationen umgehen, zeigen dies auch bei der Abferkelung und im Umgang mit ihren Ferkeln. Sauen, die dagegen ängstlich und gestresst auf Neues reagieren, neigen dazu, der Situation nicht angepasst zu reagieren. Dieses kann im Extremfall zu Fehlreaktionen (z. B. Ferkelbeißen) und somit zu Verlusten führen.

Die Untersuchungen zeigen weiterhin, dass die Verhaltensmerkmale sehr stark durch Umweltbedingungen beeinflusst sind. Untersuchungen zum Verhalten sollten daher zum einen mit möglichst standardisierten Methoden und zum anderen unter Praxisbedingungen erfolgen, um die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Praxis zu gewährleisten.

Die Kenntnisse über das Verhalten der Sauen (insbesondere über den genetischen Hintergrund) sind noch sehr gering. Das bisherige Wissen stützt sich häufig auf einer kleinen Datengrundlage. Um das Verhalten der Sauen bei Selektionsentscheidungen zu berücksichtigen, müssen zunächst weitere umfangreiche genetische Untersuchungen erfolgen. Insbesondere muss dabei die Beziehung zu den relevanten Reproduktions- und Produktionsmerkmalen geschätzt werden. Aus diesem Grund haben die beiden Zuchtunternehmen PIC und Hülsenberger Zuchtschweine Projekte gestartet, in denen diese Fragestellungen auf Basis einer soliden Datengrundlage beantwortet werden sollen.

Die Reaktion der Tiere gegenüber einer Betreuungsperson ist ein vielversprechender Ansatz für ein Informationsmerkmal. Da nach den bisherigen Erkenntnissen die Reaktionsmuster eines Tieres stabil sind, wäre die Bewertung bereits als Jungsau möglich, um diese Information zeitnah und praktikabel bei der Selektion einzusetzen.

5. Literatur

- ALGERS, B. (1993): Nursing in pigs: communication needs and distributing resources. *J. Anim. Sci.* 71, 2826-2831
- BLACKSHAW, J.K., HAGELSLØ, 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. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 25, 61-70
- BOISSY, A., FISHER, A., BOIVIN, X., LE NEINDRE, P. (2002): Genetics of fear and fearfulness in domestic herbivores. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23 2002, Montpellier, France
- CRONIN, G.M., VAN AMERONGEN, G. (1991): The effect of modifying the farrowing environment on sow behaviour and survival and growth of piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 30, 287-298
- CRONIN, G.M., SCHIRMER, B.N., MCCALLUM, T.H., SMITH, J.A., BUTLER, K.L. (1993): The effect 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
- CRONIN, G.M., SMITH, J.A., HODGE, F.M., HEMSWORTH, P.H. (1994): The behaviour of primiparous sows around farrowing to restraint and straw bedding. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39, 269-280
- FRASER, D. (1990): Behavioural perspectives on piglet survival. *J. Reprod. Fert.* 40, 355-370
- GRANDINSON, K. (2003): Genetic aspects of maternal ability in sows. Dissertation Uppsala
- GRANDINSON, K., RYDHMER, L., STRANDBERG, E., THODBERG, K. (2002): Genetic analysis of sows' reaction to a screaming piglet, and its relation to piglet mortality and growth. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23 2002, Montpellier, France
- 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
- HEMSWORTH, P.M., BARNETT, J.L., TREACY, D., MADGWICK, P. (1990): The heritability of the trait fear of humans and the association between this and subsequent reproductive performance of gilts. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 25, 85-95
- 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. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58, 241-254
- JANCZAK, A.M., PEDERSEN, L.J., BAKKEN, M. (2003a): Aggression, fearfulness and coping styles in female pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81, 13-28
- JANCZAK, A.M., PEDERSEN, L.J., RYDHMER, L., BAKKEN, M. (2003b): Relation between early fear- and anxiety-related behaviour and maternal ability in sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 82, 121-135
- JOHNSON, R.K., NIELSEN, M.K., CASEY, D.S. (1999): Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits to 14 generations of selection to increase litter size. *J. Anim. Sci.* 77, 541-557
- KOOLHAAS, J.M., DE BOER, S.F., BOHUS, B. (1997): Motivational systems or motivational states: behavioural and physiological evidence. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 53, 131-143
- LUND, S.M., PUONTI, M., RYDHMER, L., JENSEN, J. (2002): Relationship between litter size and perinatal and preweaning in pigs. *Anim. Sci.* 74, 217-222
- RÖHE, R. (2001): Neue Merkmale für die Zucht zur Erhöhung der Fruchtbarkeitsleistung und Verminderung von Ferkelverlusten. 5. Schweine-Workshop in Uelzen, 32-46
- RÖHE, 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
- THODBERG, K., JENSEN, K.H., HERSKIN, M.S. (1999a): A general reaction pattern across situations in prepubertal gilts. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 63, 103-119
- THODBERG, K., JENSEN, K.H., HERSKIN, M.S., JØRGENSEN, E. (1999b): Influence of environmental stimuli on nest building and farrowing behaviour in domestic sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 63, 131-144
- THODBERG, K., JENSEN, K.H., HERSKIN, M.S. (2002): Nursing behaviour, postpartum activity and reactivity in sows: effect of farrowing environment, previous experience and temperament. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77, 53-76
- TRIBOUT, T., CARITEZ, J.C., GOGUÉ, J., GRUAND, J., BILLON, Y., LE-DIVIDICH, J., QUESNEL, H., BIDANEL, J.P. (2002): Estimation of realised genetic trends in French Large White pigs from 1977 to 1998 for male and female reproduction traits using stored frozen semen. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23 2002, Montpellier, France
- VALROS, A.E., RUNDGREN, M., ŠPINKA, M., SALONIEMI, H., RYDHMER, L., ALGERS, B. (2002): Nursing behaviour of sows during 5 weeks lactation and effects on piglet growth. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 76, 93-104
- 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. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 49, 149-158
- WECHSLER, B., HEGGLIN, D. (1997): Individual differences in the behaviour of sows at the nest-site and the crushing of piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 51, 39-49

Anschrift des Autors

Dr. Karl Heinz Tölle
Institut für Tierzucht und Tierhaltung
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstr. 40
24098 Kiel

E-Mail: ktoelle@tierzucht.uni-kiel.de