

Aus dem Institut für Tierzucht
Lehrstuhl für Tierzucht und Allgemeine Landwirtschaftslehre
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Univ.-Prof. Dr. Dr. Martin Förster

Angefertigt unter der Leitung von
PD Dr. Armin M. Scholz
(Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim)

**Beziehung zwischen mittels Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie
bestimmter Körperzusammensetzung und Fruchtbarkeit
von Jungsauen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Henning Hoffschulte
aus Münster

München 2007

**Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referent: Priv. Doz. Dr. Scholz

Korreferent/en: Univ.-Prof. Dr. Heinritzi

Tag der Promotion: 20. Juli 2007

Für meine Eltern und meinen Bruder

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Literatur	3
2.1.	Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA)	3
2.1.1.	Funktionsweise	3
2.1.2.	DXA beim Schwein	4
2.2.	Eigenleistungsprüfung und Zuchtwertschätzung	13
2.2.1.	Untersuchungsparameter der Eigenleistungsprüfung von Jungsauen	13
2.2.2.	Durchführung der Eigenleistungsprüfung	13
2.2.3.	Einsatz verschiedener Ultraschallgeräte im Rahmen der Eigenleistungsprüfung	15
2.2.4.	Einsatzgebiete der Ultraschalltechnik beim Schwein	17
2.3.	Fruchtbarkeit	20
2.3.1.	Europäische und Amerikanische Schweinerassen	20
2.3.2.	Asiatische Schweinerassen	26
2.3.3.	Vergleich Asiatischer mit Europäischen oder Amerikanischen Schweinerassen	27
2.3.4.	Selektionskriterien für Fruchtbarkeit	30
3.	Publikation	34
4.	Diskussion	49
4.1.	LKV-Ergebnisse	49
4.2.	DXA-Ergebnisse	51
4.3.	Vergleich DXA- und LKV-Ergebnisse	55
4.4.	Fruchtbarkeitsergebnisse	57
4.5.	Vergleich DXA-Körperfettgehalt und Wurfgröße	61
5.	Zusammenfassung	66
6.	Summary	68
7.	Literaturverzeichnis	70
8.	Lebenslauf	77
9.	Danksagung	79

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Abb.	Abbildung
ALZ	Ausschuss für Leistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung beim Schwein
aufgez.	aufgezogen
Auto FOM	Auto Fat-O-Meater (Ultraschallmeßsystem zur Schlachtkörperklassifizierung)
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BMC	Knochenmineralgehalt
BMD	Knochenmineraldichte
CA	Chemische Analyse
CT	Computertomographie
cm	Zentimeter
d	Tag
DE	Deutsches Edelschwein
DL	Deutsche Landrasse
DL x DE	Kreuzungsschwein der Rassen Deutsche Landrasse und Deutsches Edelschwein
Du	Duroc
DXA	Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie
g	Gramm
g/cm ²	Gramm pro Quadratzentimeter
g/d	Gramm pro Tag
geb.	geboren
Ha	Hampshire
IMF	intramuskuläres Fett
k.A.	keine Angaben
keV	Kilo-Elektro-Volt
kg	Kilogramm
LKV	Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern
LM-VS2	Ultraschallgerätetyp, Lean-Meater VS2

LM-VS3	Ultraschallgerätetyp, Lean-Meater VS3
LSM	Kleinste Quadrate Mittelwerte
LTZ	Lebendtageszunahme
MFA	Muskelfleischanteil
mm	Millimeter
MVP	Mecklenburg-Vorpommern
MWG	Magerweichgewebe
n	Anzahl einer Population
NN	homozygot stressstabil
Nn	heterozygot
nn	homozygot stressanfällig
Pi	Pietrain
Pi x Du	Kreuzungsschwein der Rassen Pietrain und Duroc
Pi x Ha	Kreuzungsschwein der Rassen Pietrain und Hampshire
PIGLOG	Ultraschallgerätetyp
r	Korrelationswert
R-Wert	Röntgenschwächungskoeffizient
SH	Schwäbisch-Hällisches Landschwein
SpA	Speckmass A
SpB	Speckmass B
SpC	Speckmass C
TierZG	Tierzuchtgesetz
USN50	Ultraschallgerätetyp
w	Wiederholbarkeitskoeffizient
ZDS	Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion

Tabellenverzeichnis

Tabelle	Titel	Seite
3.1	Genotypen und Tierzahlen aller untersuchten Jungsauen in Abhängigkeit von der Sauengruppe	37
3.2	Zuchtuntauglichkeitsursachen für Jungsauen der Gruppe 0	39
3.3	Zusammensetzung der einzelnen Futtermischungen	39
3.4	Ergebnisse der Leistungsprüfung. Kleinste Quadrate Mittelwerte (LSM) und Standardschätzfehler nach Sauengruppen 0, 1 und 2	41
3.5	Ergebnisse der Ganzkörperanalyse. Kleinste Quadrate Mittelwerte (LSM) und Standardschätzfehler der DXA-Messungen im Ganzkörpermodus für Sauengruppen 0, 1 und 2	42
3.6	Kleinste Quadrate Mittelwerte (LSM) und Standardschätzfehler verschiedener Fruchtbarkeitsparameter, getrennt nach unterschiedlichen Genotypen (Elternrassen)	44
4.1	Zuchtleistung nach Rassen für Deutschland, Bayern und Mecklenburg-Vorpommern / Schleswig-Holstein	59
4.2	Ergebnisse des Körperfettgehaltes der Gruppe 1 Sauen. Kleinste Quadrate Mittelwerte (LSM) und Standardschätzfehler der DXA-Fettmessung im Ganzkörpermodus für einzelne Sauenrassen	64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Titel	Seite
2.1	Ergebnis der Ganzkörperzusammensetzung einer gescannten Jungsau	4
2.2	Positionierung einer narkotisierten Jungsau auf dem DXA-Scantisch	10
2.3	Bild aus Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung bzw. der Eigenleistungsprüfung von Sauen mit Messpunkten für die Speckmaße A, B und C	14
3.1	Modell der Körperzusammensetzung nach Pietrobelli (96)	38
3.2	Beziehung zwischen Anzahl geborener Ferkel und DXA-Fett (%) von Jungsauen	46
4.1	Scanvorgang einer anästhesierten Jungsau	52

1. Einleitung

Der Prozess einer verbraucherorientierten Züchtung von Schweinen mit möglichst hohem Magerfleischanteil hat in den letzten Jahrzehnten immer mehr an Bedeutung gewonnen. Als Konsequenz waren und sind die Zuchtanstrengungen in Deutschland im Wesentlichen auf die Erhöhung des Muskelfleischanteils bei gleichzeitiger Verringerung des Fettanteils bzw. des Auflagefettes gerichtet. Diese züchterisch gewollte Entwicklung veränderte bei weiblichen Schweinen u.a. deren Wachstumsverlauf bis zum Zeitpunkt ihrer ersten Zuchtnutzung. Sowohl das reduzierte Körperfett, verbunden mit höheren Anteilen an Muskelgewebe, als auch ein Wachstumsverlauf, der sich an der Mastleistung und Schlachtkörperqualität am Einstufungstermin ca. am 180. Lebenstag orientiert, wirkten auf die Sicherheit frühzeitig einsetzender und regelmäßig ablaufender Fortpflanzungsereignisse. Sowohl Pubertätseintritt und Brunst, als auch Trächtigkeitsrate und Wurfgröße wurden bei den Sauen (insbesondere Jungsauen) teilweise beeinträchtigt (GAUGHAN et al., 1997; KÄMMERER et al., 1998; KARSTEN et al., 2000; KIRKWOOD und AHERNE, 1985; NEWTON und MAHAN, 1993; WÄHNER et al., 1993 und 1995).

In der Tierzucht gelangen ultrasonographische Methoden seit vielen Jahrzehnten zur zerstörungsfreien Bestimmung der Gewebezusammensetzung am lebenden Tier bzw. am Schlachtkörper zur Anwendung. Die übliche Methode für eine frühzeitige Selektion von Zuchtsauen stellt die ultraschallgestützte Erfassung verschiedener Speckmaße dar. Im Rahmen der Eigenleistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung werden von Jungsauen ca. am 180. Lebenstag die Maße von Rückenspeckdicke und Muskeldicke erfaßt und geben Auskunft über den Körperfettgehalt zum Zeitpunkt der Eingliederung in den Produktionsablauf. Leider gibt diese Art von Messung nur einen relativ kleinen Ausschnitt einer Körperregion wieder, von der dann auf die Gesamtkörperkonstitution geschlossen wird. Mit Hilfe der Dualenergie-

Röntgenabsorptiometrie (DXA) ist es inzwischen möglich, die Ganzkörperzusammensetzung *in vivo* zu bestimmen. In vielen vorangegangenen Untersuchungen hat sich bereits gezeigt, dass DXA eine sehr gut geeignete nicht-invasive Methode darstellt, die Körperzusammensetzung beim Schwein zu erfassen (BÖTTINGER, 2005; KOO et al., 2002; LUKASKI et al., 1999; MITCHELL et al., 1996a; 1998a; 1998b; 2000; 2002; MITCHELL und SCHOLZ, 1997; SCHOLZ, 2002; SCHOLZ et al., 2002; SOFFNER, 2003; SVENDSEN et al., 1993).

Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, die Beziehung zwischen dem Gesamtkörperfettgehalt (ermittelt aus DXA) und der Fruchtbarkeit von Jungsauen zu untersuchen und gleichzeitig die DXA-Ergebnisse mit den Testergebnissen der Eigenleistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung zu vergleichen.

2. Literaturübersicht

2.1. Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie

2.1.1. Funktionsweise

Die Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie basiert auf einem Drei-Komponenten-Modell für die Körperzusammensetzung (PIETROBELLI, 1996; siehe Abb. 1 der Publikation, S. 38). Das Modell setzt sich aus Fettgewebe, Magerweichgewebe und Knochenmineralstoffen zusammen, wobei das Magerweichgewebe Muskulatur, Bindegewebe, innere Organe und Knorpel beinhaltet.

Sowohl PIETROBELLI (1996), als auch MITCHELL & SCHOLZ (2001) gehen in ihren Arbeiten genauer auf die Funktionsweise der Röntgenabsorptiometrie ein. Mit Hilfe von polyenergetischen Röntgenstrahlen kann die gewebliche Zusammensetzung im Gesamtkörper, aber auch in ausgewählten Körperregionen ermittelt werden. Die Nutzung zweier unterschiedlicher Photonenenergieniveaus mit 38 keV und 78 keV findet bei dem DXA-Verfahren des hier verwendeten GE Lunar DPX-IQ Gerätes Verwendung. Die Intensität der Röntgenstrahlen vor und nach der Passage durch den Tierkörper differiert, da sowohl die niedrig- als auch die hochenergetischen Strahlen beim Durchtritt durch Materie absorbiert und gestreut werden. Das Ausmaß der Abschwächung ist abhängig von den in diesem Bereich vorhandenen Gewebearten (Fett-, Magerweich- oder Knochengewebe). Jedem Gewebe kann ein Röntgenschwächungskoeffizient (R-Wert) zugeordnet werden (PIETROBELLI et al., 1996), der unabhängig von der Gewebedicke ist. Aufgrund deutlicher Unterschiede zwischen dem R-Wert für Knochen ($>2,8$) der deutlich höher liegt als der für Magerweichgewebe ($\sim 1,35$) und Fett ($\sim 1,2$) unterscheidet das Gerät für jeden Bildpunkt (Pixel) zunächst zwischen Weichgewebe (Magerweichgewebe + Fett) und knochenmineralhaltigem Gewebe. In Abhängigkeit vom umgebenden

Weichgewebe wird dann der Fett- und Magerweichgewebegehalt für die Knochenmineral enthaltenden Pixel angeglichen. Allein für Pixel die kein Knochenmineral enthalten wird die Weichgewebezusammensetzung direkt ermittelt.

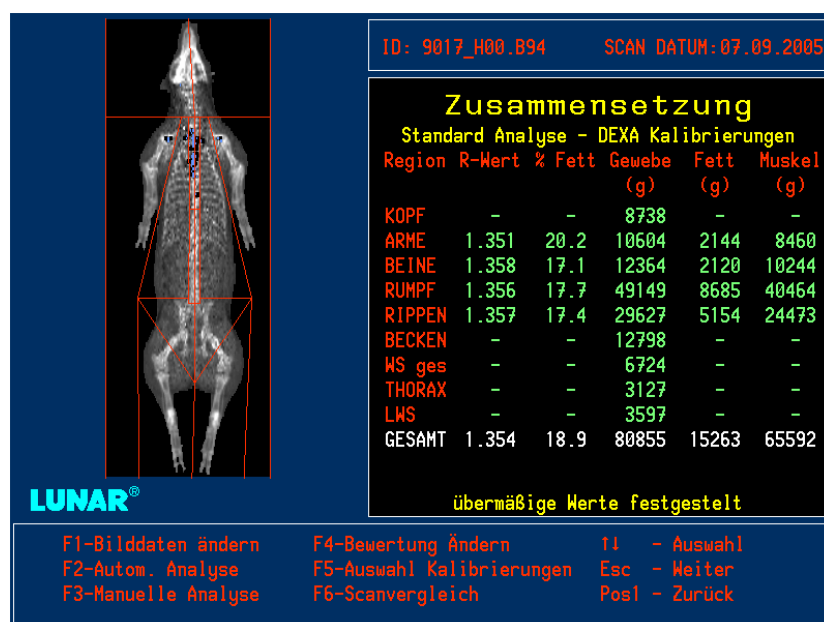


Abb. 2.1: Ergebnis der Ganzkörperzusammensetzung einer gescannten Jungsau

2.1.2. DXA beim Schwein

MITCHELL and SCHOLZ (2001) beschreiben die Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA) als eine geeignete Technik zum Messen der Körperzusammensetzung beim Schwein und beschreiben sie als eine genaue Meßmethode für Gesamtkörperfett-, Magerweichgewebe- und Knochenmineralmasse.

Bereits SVENDSEN et al. (1993) kamen in ihrer Arbeit zu dem Schluss, dass DXA eine genaue Methode zur Messung des Magerweichgewebes darstellt, obwohl bei der Messung von Knochenmineralgehalt noch beträchtliche Unterschiede auftraten.

Von MITCHELL et al. (1996a) stammen erste Ergebnisse zur Untersuchung der Körperzusammensetzung an Schweinen mittels DXA. Zehn Schweine wurden mit einem Anfangsgewicht von durchschnittlich 26,3 kg in vierzehntägigen Intervallen bis zum Erreichen eines

Endgewichts von durchschnittlich 88,6 kg gescannt. DXA-Messungen des Endgewichts wurden bestätigt durch eine chemische Analyse (CA) der Schlachtkörper. Die DXA Endgewichte zeigten einen nicht signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) für die Werte von Gesamtkörpergewebemasse, prozentualen Körperfettgehalt und Gesamtkörperfettmasse. Messungen des von DXA ermittelten Knochenmineralgehaltes (2,18%) ähnelten den Werten der Gesamtkörperasche (2,23%). Auch die Werte für Magerweichgewebe bestätigten die Ergebnisse der CA für Protein- und Wassergehalt. Diese Ergebnisse zeigten, dass DXA eine geeignete Methode ist, um die Körperzusammensetzung während des Wachstums zu bestimmen.

In einer weiteren Arbeit bewerteten MITCHELL et al. (1996b) die DXA-Methode durch Ganzkörpermessung von 48 weiblichen Schweinen mit einem Gewicht von 10 bis 60 kg nach der Schlachtung. Die Messergebnisse lieferten Werte für Gesamtkörpermasse, prozentualen Fettgehalt, Gesamtfettmasse, Magerweichgewebemasse und Knochenmineralgehalt. Als Vergleichsmethode diente wiederum die chemische Analyse. Der durchschnittliche Körperfettgehalt, gemessen mittels DXA, unterschied sich nicht signifikant ($p = 0,76$) von den Ergebnissen der CA. Allerdings neigte DXA dazu bei geringeren Gesamtkörperfettgehalten den Fettgehalt zu unterschätzen und umgekehrt bei höheren Körperfettgehalten zu überschätzen. Die Gesamtkörperfettgehalte beider Methoden waren nicht signifikant verschieden ($p = 0,89$) und korrelierten sehr stark miteinander ($r = 0,989$). Ähnlich verhielt es sich beim Vergleich der Werte für Magerweichgewebe ($r = 0,968$) und Gesamtkörpermasse ($r = 0,999$). Diese Ergebnisse indizierten, dass DXA eine zuverlässige Methode zur Bestimmung von Körperzusammensetzung werden könnte.

1998 analysierten MITCHELL et al. (1998a) die Körperzusammensetzung von insgesamt 231 Schweinen mit einem Körpergewicht zwischen 5 und 97 kg mittels DXA und verglichen die Ergebnisse mit den Daten der nach Euthanasie durchgeführten CA der Tierkörper. Die von DXA ermittelte durchschnittliche Gesamtgewebemasse korrelierte sehr hoch mit dem gemessenen durchschnittlichen Gesamtkörpergewicht ($r > 0,99$) und wies

keine signifikanten Unterschiede auf. Dagegen war der mittels DXA festgestellte durchschnittliche prozentuale Körperfettgehalt (14,6%) signifikant niedriger ($p < 0,05$) als die Werte der CA (17,1%), wobei die größten Unterschiede bei Schweinen mit einem Körperfettgehalt ≤ 15 -20% auftraten. Messungen der Magerweichgewebemasse (DXA), verglichen mit Gesamtkörperprotein (CA) und dem Gesamtkörperwasser (CA) korrelierten in sehr hohem Maße ($r = 0,98$ bzw. $r = 0,99$). Der Knochenmineralgehalt gemessen mittels DXA lag bei 2,40%, im Vergleich zu 2,54% per CA ($p < 0,05$).

Die Analyse der Zusammensetzung von 181 Schweineschlachthälften mit DXA (MITCHELL et al., 1998b) ergab in Bezug auf die Messgenauigkeit ähnliche Resultate wie die Untersuchung lebender Schweine. Zwischen der durchschnittlichen Gewebemasse (ermittelt aus DXA) und den gemessenen Schlachthälftengewichten traten keine signifikanten Differenzen auf ($p = 0,24$), wobei das Gewicht durch DXA geringgradig unterschätzt wurde. Der durchschnittliche Fettgehalt wurde mittels DXA (19,49%) um 5,4% niedriger eingeschätzt als von der CA (24,89%). Besonders auffallend war, dass sich erst bei größeren und schwereren Schlachthälften mit einem Fettanteil von über 30-40% akzeptable Übereinstimmungen zwischen den beiden Untersuchungsmethoden einstellten. Laut Mitchell et al. (1998b) korrelierten die DXA-Messwerte aber stärker mit dem Körpergewicht als mit dem prozentualen Fettanteil. Die durchschnittliche Magergewebemasse wurde durch DXA um 4,3% größer gemessen als die Summe des Gesamtkörperproteins und – wassers (Gesamt-magergewebemasse) der CA. Darüberhinaus wurden die Tierkörper mit Hilfe der DXA-Software in vier Regionen (Schulter, Lende, Bauch, Schinken) unterteilt und analysiert. Für die chemische Analyse wurden die Schlachthälften entsprechend zerlegt und chemisch aufgeschlossen. Außer der Lende zeigten alle Regionen signifikante Unterschiede zwischen Gesamtgewebemasse und Wiegewerten. Während die DXA-Werte beim Fettgehalt der Regionen Schulter und Schinken den Werten der CA entsprachen, unterschätzte DXA den Fettgehalt bei der Lenden- und Bauchregion um 20,3 und 28,0% erheblich. Für den Knochenmineralgehalt ergab DXA bis zu 33,9% höhere

Werte als für den Aschegehalt nach der CA. Zusätzlich konnten geschlechtsspezifische Unterschiede festgestellt werden. Die Schlachtkörperhälften männlicher Tiere wiesen einen prozentual niedrigeren Fettgehalt und einen prozentual größeren Magerfleischanteil auf. Beim Knochenmineralgehalt konnten keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern ausgemacht werden. Abschließend stellten die Autoren fest, dass DXA eine wertvolle nicht-invasive Untersuchungsmethode zur Messung von Schweineschlachtkörperhälften darstellt. Allerdings scheint sie mehr geeignet für Ganzkörperanalysen als für Teilkörperanalysen.

Ebenfalls MITCHELL et al. (1998c) waren es, die die Körperzusammensetzung von 97 Ferkeln mit einem Körpergewicht von 5 bis 27 kg mit Hilfe von DXA untersuchten. Wie bereits in vorangegangenen Untersuchungen, so trat auch hier die Problematik in der Schaffung einer verlässlichen Meßmethode für den Körperfettgehalt bei Ferkeln auf. Denn während die mittels DXA ermittelten Werte für Magerweichgewebe im höchsten Maße mit den gemessenen Werten für Gesamtkörperwasser ($r = 0,99$), Gesamtkörperprotein ($r = 0,94$) und Magerfleisch ($r = 0,99$) der CA korrelierten und der Knochenmineralgehalt unter 2% Abweichung vom Gesamtkörperaschewert der CA aufwies, unterschätzte DXA den prozentualen Fettgehalt im Körper (6,9%) im Vergleich zur CA (10,9%) signifikant ($p < 0,001$). Die auftretende Abweichung wurde mit abnehmendem Körpergewicht der Ferkel größer. Daher empfehlen die Autoren eine geeignete Kalibrierung, um die DXA-Werte für Fett genau vorhersagen zu können.

In einer folgenden Studie untersuchten MITCHELL et al. (2000) die Körperzusammensetzung von Schweinen zwischen 90 und 130 kg Körpergewicht. Es stellte sich heraus, dass mit steigendem Körpergewicht der Schweine DXA dazu neigt, einen höheren Prozentsatz an Körperfett zu messen als die CA. Des Weiteren führten DXA-Messungen bei größeren Schweinen zu Unterschätzungen des Knochenmineralgehaltes. Ursache für diese Über- bzw. Unterschätzungen war die besonders bei großen und schweren Tieren speziell im Bereich der Regionen Schulter und Hals- bzw. Brustwirbelsäule auftretende Knochen- und Körperdicke

bzw. -dichte. Dies führte zu einer so starken Schwächung der Röntgenstrahlung, dass einzelne Bildpunkte vom DXA-Scanner nicht mehr erfasst werden konnten und somit von der Auswertung ausgeschlossen wurden.

LUKASKI et al. (1999) analysierten mittels DXA 20 Schweine (10 Eber und 10 Sauen) mit einem Körpergewicht zwischen 52 und 113 kg auf die Weichgewebezusammensetzung. Auch hier wurde die CA als Referenzmethode herangezogen und mit den ermittelten DXA-Ergebnissen verglichen. Allerdings wurden die zu untersuchenden Schweine auf dem Scantisch unterschiedlich positioniert. Die Tiere wurden sowohl in Bauchlage als auch zusätzlich in Seitenlage gescannt, um den Einfluss der Gewebedicke auf das Messergebnis beurteilen zu können. Obwohl dies nicht zu signifikanten Unterschieden führte, zeigte sich, dass das Scannen in seitlicher Position nach Vergleich mit der CA genauere Ergebnisse lieferte als die Messung der in Bauchlage positionierten Tiere. Zwischen DXA und der CA traten keine signifikanten Unterschiede für Körpergewicht, fettfreie Masse, Fettmasse sowie knochen- und fettfreien Masse auf. Allerdings unterschätzte DXA die prozentuale Fettmasse signifikant ($p < 0,05$).

MITCHELL et al. (2002) untersuchten anhand von DXA, ob regional definierte Scanbereiche (Querschnitte) eine Alternative zum Ganzkörperscan für die Schätzung der In-vivo-Körperzusammensetzung beim Schwein bieten könnten. Insgesamt wurden 212 Schweine mit einer Lebendmasse von 56 bis 138 kg mittels DXA untersucht und gleichzeitig die Gehalte (%) an Fett, Protein und Wasser des gesamten Tierkörpers chemisch bestimmt. Die Ergebnisse demonstrierten, dass die In-vivo-Ganzkörperszusammensetzung eines Schweins anhand eines einzelnen, regional definierten DXA-Querschnitt-Scans mit hoher Genauigkeit geschätzt werden kann, ohne einen zeitaufwendigen Ganzkörperscan durchführen zu müssen. Die Korrelationen (r) zwischen DXA-Fettgehalt in einzelnen Querschnitten und dem gesamten Tierkörper variierten zwischen 0,78 und 0,97 bzw. dem Gesamtkörperfett der CA zwischen 0,71 und 0,85. Die Beziehung zwischen dem DXA-Magergewebegehalt (%) in den einzelnen Querschnitten und den Ergebnissen der CA für das

Gesamtkörperprotein (%) bzw. Gesamtkörperwasser (%) lagen zwischen 0,48 und 0,60 bzw. zwischen 0,56 und 0,76.

SCHOLZ et al. (2003) untersuchten die Genauigkeit der DXA zur Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung von Schweinehälften anhand der EU-Referenzzzerlegung. In die Untersuchung wurden 30 Mastschweine einbezogen. 24 Stunden nach Schlachtung der Tiere wurde die linke Schlachthälfte mittels der EU-Zerlegemethode zerlegt und gemessen. Die rechte Schlachthälfte wurde mittels DXA gescannt. Generell korrelierten die prozentualen Anteile der Gewebe aus grobgeweblicher Zerlegung und DXA-Analyse sehr hoch. Zwischen grobgeweblich ermitteltem Fettgehalt (%) der Teilstücke der linken Schlachthälfte und DXA-Messwerten der rechten Schlachthälfte bestand eine hohe Beziehung ($r = 0,89$). Etwas niedriger war die Beziehung zwischen Muskelfleischanteil und DXA-Messwerten ($r = 0,81$). Bei dem Knochenmineralgehalt bestand eine geringe Beziehung ($r = 0,24$), die laut Autoren allerdings auf die unterschiedlichen Untersuchungsmethoden zurückzuführen war.

Im Bereich der Humanmedizin stieß die Untersuchung von Ferkeln auf größeres Interesse. Mit Hilfe von Ferkeln wurden Modelle erstellt, um die Körperzusammensetzung Neugeborener zu ermitteln. FUSCH et al. (1999), Koo et al. (2002) und CHAUHAN et al. (2003) beurteilten die Körperzusammensetzung von Ferkeln mit Hilfe der DXA. Wiederholungsmessungen korrelierten in einem sehr hohen Maße miteinander und zeigten keine signifikanten Unterschiede. Vergleiche mit einer CA bestätigten fast ausschließlich die ermittelten DXA-Werte für Gewicht, Knochenmineralgehalt, Knochenmineraldichte, Fett- und Magerweichgewebe. Alle drei Autoren-Gruppen gelangten zu dem Ergebnis, dass DXA eine sehr geeignete nicht-invasive Methode darstellt, die genaue und präzise Schätzungen von der Körperzusammensetzung liefert.



Abb. 2.2: Positionierung einer narkotisierten Jungsau auf dem DXA-Scantisch

Mittlerweile wird DXA in verschiedenen Untersuchungsgebieten eingesetzt, bei denen Körperzusammensetzungsveränderungen im Laufe des Wachstums dargestellt werden sollen.

MITCHELL und SCHOLZ (1997) nutzten das DXA-Verfahren, um die Körperzusammensetzung von homozygot stressstabilen (NN, n=27) heterozygoten (Nn, n=28) und homozygot stressanfälligen Schweinen (nn, n=18) in vivo zu messen. Die Tiere wurden bei 10, 30, 60 und 90 kg Lebendmasse untersucht. Von jeder Gewichtsgruppe wurden Tiere geschlachtet und die Schlachtkörperzusammensetzung mit Hilfe chemischer Verfahren analysiert. Beim Vergleich der Ergebnisse von DXA und Schlachtkörperuntersuchung fielen die DXA-Werte für Fett% niedriger aus als die der Schlachtkörperuntersuchung. Nach einer Regressionsanalyse stimmte der korrigierte DXA-Schätzwert jedoch sehr gut mit dem Schlachtkörperergebnis überein. Der Schätzwert für Protein% lag leicht unter dem Schlachtkörperwert und der DXA-Wert für Wasser% war signifikant höher als der Wert der Schlachtkörperanalyse. Hingegen wurde mit DXA ein geringerer Knochenmineralgehalt des Gesamtkörpers im Vergleich zum Rohaschegehalt des Gesamtschlachtkörpers gemessen. Die untersuchten Genotypen zeigten keine Differenzen für Fett% und

Magergewebe% in der Gewichtsgruppe von 10 kg. Bei 30, 60 und 90 kg waren die NN-Tiere signifikant fatter ($p < 0,05$) als die nn-Tiere, während die Nn-Tiere einen intermediären Fett- bzw. Magergewebeanteil aufwiesen. Für die DXA-Knochenmineralgehalte traten keine signifikanten Unterschiede auf.

MITCHEL et al. (2001) untersuchten mit Hilfe der DXA den Knochenmineralgehalt, die Knochenmineraldichte und die Knochenfläche im Gesamtkörper und in einzelnen Körperregionen von Schweinen während des Wachstums. Es kamen 1053 Scans von 587 Schweinen mit Gewichten zwischen 3 und 138 kg zur Auswertung. Die Untersuchungen offenbarten deutliche Unterschiede in allen Untersuchungsparametern zwischen den verschiedenen Untersuchungsgewichten. Die Autoren beurteilen DXA als eine Methode, die die Möglichkeit bietet, einen optimalen Knochenmineralgehalt bzw. -dichte im Körper aufzuzeigen und somit optimale Ernährungs- und Genetikstrategien zu schaffen.

In einer Arbeit von MITCHELL et al. (2003) wurden die Veränderungen der Körperzusammensetzung an Schweinen untersucht, die nur verhalten (nahe des Erhaltungsbedarf) gefüttert wurden. Simuliert wurde so der Fall von Mangelernährung oder Krankheit. 74 Schweine wurden mit dem Erreichen eines Körpergewichts von 60 kg gescannt. Anschließend wurden 49 Schweine über einen Zeitraum von acht Wochen nahe dem Erhaltungsbedarf und 25 Schweine ad libitum gefüttert. Nach 56 Tagen wurden alle Tiere erneut gescannt. Gemessen am Grundgewicht verminderte sich der Körperfettgehalt bei den restriktiv gefütterten Tieren um 7,5%, während er bei den ad libitum gefütterten Tieren um 151% zunahm. Im Schnitt verzeichneten die mageren Schweine Zunahmen von 4,3 kg und die gemästeten Schweine 49,9 kg. Des weiteren offenbarten die DXA-Ergebnisse das die verhalten gefütterten Schweine im Zeitraum von acht Wochen 0,78 kg Gesamtkörperfett verloren, 4,9 kg Magerweichgewebsmasse und 160 g Knochenmineralmasse zunahmen. Die Knochenmineraldichte verminderte sich leicht ($-0,01 \text{ g/cm}^2$). Im Vergleich dazu nahmen die ad libitum gefütterten Schweine 16,8 kg Fett, 32,4 kg Magerweichgewebe und 679 g Knochenmineralmasse zu, während sich die Knochenmineraldichte um $0,18 \text{ g/cm}^2$ verminderte.

Abschließend ließen die Ergebnisse der Untersuchung die Aussage zu, dass Schweine, die mit 60 kg Körpergewicht nur entsprechend des Erhaltungsbedarfs gefüttert werden, voraussichtlich 1223 g Fett verlieren und 1077 g Magerweichgewebe bzw. 146 g Knochenmineralgewebe zunehmen würden.

SOFFNER (2003) untersuchte bei Schweinen die Körperzusammensetzung und die Knochenmineralisierung sowie deren Veränderungen im Laufe eines bestimmten Entwicklungsabschnittes mit Hilfe der DXA. Insgesamt wurden 80 Mastschweine unterschiedlicher Kreuzungslinien und Stressempfindlichkeit im Wachstumsabschnitt zwischen 30 und 90 kg Lebendmasse vier Ganzkörperanalysen unterzogen. Erwartungsgemäß stieg bei allen Tieren mit wachsendem Körpergewicht das prozentuale Fettgewebe, während sich der Magerweichgewebeanteil verringerte. Gleichzeitig erhöhte sich der Knochenmineralgehalt mit dem Wachstum der Tiere. Stressunempfindliche Tiere zeigten einen höheren Knochenmineralgehalt, während stressempfindliche Tiere höhere Ergebnisse bei der Knochenmineraldichte erzielten. Weibliche Tiere wiesen vor allem gegen Ende der Untersuchungen signifikant dichtere Knochen auf, als männliche Individuen. Des weiteren verfügten reinerbig stressempfindliche Mastschweine über signifikant mehr Magergewebe als gemischterbige bzw. reinerbig stressunempfindliche Tiere. Abschließend bezeichnet SOFFNER die DXA als eine geeignete Methode zur *in vivo* Bestimmung der Körperzusammensetzung und der Knochenmineralisierung beim Schwein.

In einer Arbeit von SCHOLZ et al. (2004) wurde die Eignung der DXA zur Erfassung der Knochenmineralisierung bei Ebern untersucht. Hierzu wurde die Mineralisierung des Os metacarpale quartum der linken Vorderextremität von 38 Prüfebern zweier Sauenlinien eines kommerziellen Zuchtprogramms sowohl mit Hilfe der DXA als auch mittels chemisch-spektroskopischer Analysen untersucht. Auch hier stellte sich DXA als eine geeignete Schnell-Methode dar, um eine genaue Aussage über die Knochenmineralisierung beim Schwein treffen zu können, ohne

jedoch zwischen den verschiedenen Knochenmineralbestandteilen wie zum Beispiel Kalzium oder Phosphor unterscheiden zu können.

2.2. Eigenleistungsprüfung und Zuchtwertschätzung

2.2.1. Untersuchungsparameter der Eigenleistungsprüfung von Jungsauen

Im Rahmen der Eigenleistungsprüfung von Jungsauen werden die Rückenspeckdicke, die Muskeldicke (beides per Ultraschall), der Magerfleischanteil (Berechnung unter Verwendung von SpB und Muskeldicke; Prozentangaben), die Fundamentnote (Einstufung erfolgt nach Notensystem von 1 bis 4), die Bemuskelungsnote (Notensystem von 1 bis 9), die Exterieurnote (Notensystem von 1 bis 9), die Zitzenanzahl (mindestens ≥ 13), der Selektionsindex (Berechnung aus Mastleistung [Lebendtageszunahme] und Schlachtleistung [Ultraschallmesswerte]; > 80 Punkte), der Zuchtwert (Elterninformationen), das Gewicht (≥ 80 kg) und die Lebendtageszunahmen (Gewicht am Wägetag / Anzahl der Lebenstage; mindestens ≥ 430 g) bestimmt. Wird der Wert in nur einem dieser Parameter unterschritten, so weist die entsprechende Jungsau einen geringen Zuchtwert auf und wird in der Regel von der Zucht ausgeschlossen.

2.2.2. Durchführung der Eigenleistungsprüfung

In der Verordnung über die Leistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung bei Schweinen vom 16.05.91 (BGBl I S.1130) sind die Grundsätze für die Leistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung beim Schwein festgelegt. Im Interesse einer bundeseinheitlichen Durchführung der Ebeigenleistungsprüfung bzw. der Eigenleistungsprüfung von Sauen hat der Ausschuss für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellungen beim

Schwein (ALZ) des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion (ZDS) die Richtlinie für die Durchführung der Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung im Feld (Feldprüfung) vom 24.11.2005 beschlossen. Die Durchführung der Eigenleistungsprüfung obliegt den nach Landesrecht zuständigen Stellen. Alle zu testenden Tiere sind durch einen neutralen Tester auf Zuchttauglichkeit mit einem vom ALZ zugelassenen Ultraschallgerät zu messen. Gemessen wird die Speckdicke und fakultativ die Muskeldicke an drei festgelegten Messpunkten. Zunächst 7 cm seitlich der Rückenmittellinie in der Mitte des Tieres zwischen Schulter und Schinken (Speckmass B [SpB]). Anschließend jeweils 10 bzw. 15 cm (in Abhängigkeit von Rasse und Gewicht) vor (Speckmass A [SpA]) und hinter (Speckmass C [SpC]) dem ersten Messpunkt (Abb. 2). Die Muskeldicke wird nur im ersten Messpunkt (SpB) erfasst. Als Speckdicke gilt der mit dem Ultraschallmessgerät senkrecht zur Hautoberfläche gemessene Abstand zwischen der Hautoberfläche und der Fett-Muskel-Grenze, so dass Schwarte und Fetteinlagerungen in der Unterhaut einschließlich Bindegewebe mit erfasst werden.

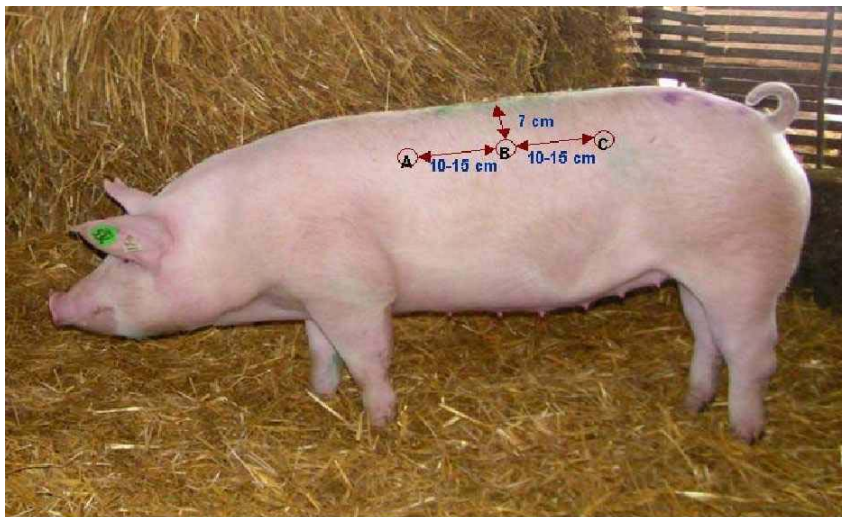


Abb. 2.3: Bild aus der Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung bzw. der Eigenleistungsprüfung von Sauen mit Messpunkten für die Speckmasse A (SpA), B (SpB) und C (SpC).

Nach dem Gesetz zur Neuordnung des Tierzuchtrechts sowie zur Änderung des Tierseuchengesetzes, des Tierschutzgesetzes und des Arzneimittelgesetzes vom 21. Dezember 2006 (veröffentlicht am 27. Dezember 2006) sind die Landesregierungen ermächtigt die Anforderungen und Grundsätze der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung zu bestimmen und ihre Durchführung Dritten zu übertragen (TierZG, § 8 Abs. 3). Ob und inwieweit dies eine Änderung für die Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung bedeutet bleibt abzuwarten.

2.2.3. Einsatz verschiedener Ultraschallgeräte im Rahmen der Eigenleistungsprüfung

In einer Untersuchung von KRIETER et al. (1990) wurde die Verwendungsmöglichkeit dreier Ultraschallgeräte (Renco, Krautkrämer USM2, Combison 310) für die Abschätzung der Schlachtkörperzusammensetzung an 38 weiblichen Schweinen mit ca. 100 kg Lebendmasse geprüft. Die Messungen wurden von zwei Messpersonen mit je einer Wiederholung durchgeführt. Die Messstellen wurden analog zur Leistungsprüfung festgelegt. Der Vergleich der Ultraschallgeräte zeigte keine Überlegenheit eines der drei Geräte. Für die verwendeten Geräte galt gleichermaßen, dass der Muskelfleischanteil mit einer höheren Genauigkeit geschätzt wurde als der Anteil wertvoller Teilstücke. Die Wiederholbarkeitskoeffizienten lagen in einem Bereich von $w = 0,50$ bis $w = 0,70$. Um die durch das Bedienungspersonal bedingten Verzerrungen bei der Ultraschallmessung zu minimieren empfehlen die Autoren regelmäßige Schulungen der Messpersonen.

Die Verwendbarkeit des PIGLOG Ultraschallgerätes für die Vorausbestimmung des Muskelfleischanteils bei Sauen im Rahmen der Eigenleistungsprüfung war Bestandteil einer Untersuchung von ROSNER et al. (2000). An 100 Jungsauen wurden Untersuchungen zur in vivo Bestimmung des Muskelfleischanteils zum Zeitpunkt der Einstufung in den Zuchtbetrieb durchgeführt, wie es besonders in Dänemark bereits erfolgreich eingesetzt wurde. Dabei zeigte sich, dass mit steigendem Alter

bzw. Gewicht der Tiere höhere Korrelationen zwischen dem mittels Ultraschall geschätzten Muskelfleischanteil und den Werten der Schlachtkörperklassifizierung bestanden. Allerdings sei laut ROSNER et al. (2000) eine Nutzung des PIGLOG ohne vorherige Korrektur der in Deutschland genutzten Populationen nicht zu empfehlen. Des weiteren haben die Untersuchungen gezeigt, dass das Untersuchungspersonal umfassend trainiert sein muss.

MÜLLER und POLTEN (2004) führten Vergleichsuntersuchungen zur Ultraschall-Speckdickenmessung beim Schwein im Rahmen der Eigenleistungsprüfung durch. In zwei Versuchsreihen erfolgten Untersuchungen zu geräte- und personenspezifischen Differenzen bei der Erfassung der Speckdicke lebender Tiere mittels Ultraschall. Das Ziel bestand darin, die Ursachen spezifischer Messwertunterschiede sowie deren Auswirkungen zu quantifizieren und Konsequenzen für die Durchführung der Eigenleistungsprüfung in den Züchtervereinigungen zur Vereinheitlichung der Messmethodik abzuleiten. Die Vergleichsmessungen mit vier unterschiedlichen Gerätetypen (LEAN-MEATER LM-VS2, LEAN-MEATER LM-VS3, PIGLOG105 und USN50) ergaben signifikante Unterschiede, die je nach Gerätetyp und Merkmal bis zu 4 mm betrugen. Insbesondere Untersuchungen mit dem in Deutschland am häufigsten eingesetzten LM-VS2 führten zu einer deutlichen Unterschätzung der am geschlachteten Tier nachweisbaren Fettauflagen. Die höchsten Speckdickemesswerte waren zu verzeichnen, wenn mit dem PIGLOG105 gemessen wurde. Danach folgten mit relativ geringem Abstand das USN50 und das LM-VS3, während das LM-VS2 die absolut niedrigsten Speckwerte ermittelte. Der Verfettungsgrad, ermittelt über das Speckmass aus der Schlachtkörperklassifizierung, wurde von allen Geräten mit einer hohen Genauigkeit ($R > 0,8 - 0,9$) widerspiegelt. Weiterhin war eine personenbedingte Variation an Minimum- und Maximumwerten für die Mittelwerte der Messreihen zu erkennen. So betrug die Variationsbreite für das LM-VS2 für die gleichen Tiere 1,3 mm Seitenspeck.

2.2.4. Einsatzgebiete der Ultraschalltechnik beim Schwein

Nicht nur im Rahmen der Eigenleistungsprüfung fand und findet die Ultraschalltechnik Verwendung.

In den 90er Jahren war die Eignung und Genauigkeit von Ultraschallmessungen zur Analyse der Schlachtkörperzusammensetzung von Mastschweinen Gegenstand einer Reihe von Untersuchungen (SMITH et al., 1992, GRESHAM et al., 1992 und 1994, CISNEROS et al., 1996). Die Ergebnisse dieser Studien zeigten, dass die Ultraschallmessung in der Schweineindustrie ein fester Bestandteil werden könnte, um die Schlachtleistung *in vivo* (SMITH et al., 1992, GRESHAM et al., 1992 und 1994) oder auch des Schlachtkörpers (GRESHAM et al., 1992 und 1994) zu bestimmen. Züchter könnten profitieren und noch gezieltere Selektionsentscheidungen treffen (SMITH et al., 1992, GRESHAM et al., 1994). Des Weiteren könnte es ein automatisches Klassifizierungssystem, basierend auf einer einzigen Ultraschallmessung, Mästern erlauben, eine Vorsortierung durchzuführen, um somit Schlachtausfälle bzw. –abzüge durch zu geringe Bemuskelung bzw. zu hohen Fettanteil zu reduzieren (GRESHAM et al., 1994).

MOELLER et al. (1998) beurteilten mit Hilfe verschiedener Statistikanalysen die Genauigkeit von Ultraschallmessungen der Rückenspeckdicke (über der zehnten Rippe) und der Muskelfläche (rechte Seite Höhe zehnte Rippe) bei Schweinen. Die untersuchten Tiere (655 männliche und 472 weibliche Schweine) wurden mit einem durchschnittlichen Gewicht von 67,4, 80,3, 93,4 und 104,9 kg vier mal gemessen. Die Ultraschalluntersuchungen von Rückenspeckdicke und Muskelfläche sagten die entsprechenden Ergebnisse der Schlachtkörperanalysen mit einer hohen Genauigkeit voraus, wobei das Ausmaß der Genauigkeit von der Analyse abhängig war. Eine Verbesserung der Ultraschalltechnik, der Bildanalyse und Bildinterpretation wäre allerdings laut Autoren notwendig, um die Messgenauigkeit von Schweinen mit sehr großen Rückenspeckdicken und sehr großen Muskelflächen zu verbessern.

Das Ziel einer Studie von YOUSAO et al. (2002) war, eine optimale Messstelle für eine ultraschallgestützte Bewertung (Pie Medical Scanner 200, Pie Medical equipment BV, Maastricht, Niederlande) des Magerfleischanteils zu finden. Hierzu wurden 210 Schweine der Rasse Pietrain *in vivo* gemessen. Der erste Messpunkt lag auf Höhe der zehnten und ein weiterer auf Höhe der letzten Rippe. Im Endergebnis zeigte sich, dass sich der Messpunkt auf Höhe der letzten Rippe am besten eignete um den Magerfleischanteil zu bestimmen. Abschließend beschreiben die Autoren die Ultraschalltechnik als eine genaue Methode, die sowohl in der Zucht für Selektionszwecke, als auch in der Mast zur Vorhersage von Schlachtkörpereigenschaften eingesetzt werden könnte.

Mit dem Ziel der vollautomatischen Schlachtkörperklassifizierung untersuchten BRONDUM et al (1998) den Einsatz des AUTOFOM-Gerätes, ein automatisch am Schlachtband Fett- und Muskeldicken messender u-förmiger Ultraschallscanner mit 16 kombinierten Schallköpfen (SFK Technologie, K2KG – 67080). Für den kommerziellen Einsatz muss der SEP (Standardfehler der Vorhersage aus der Kreuzvalidierung) unter 2,5 % Fleischanteil liegen. Das AUTOFOM-Gerät erfüllte diese Voraussetzungen mit einer Voraussagegenauigkeit des Fleischanteils von 1,58 bis 1,95 %

HULSEGGE et al. (2000) beurteilten in ihrer Arbeit die Genauigkeit eines neuen Klassifizierungssystems in den Niederlanden zur Bestimmung des Magerfleischgehaltes an lebenden Schweinen. Mit Hilfe eines Ultraschallgerätes (SFK, Soborg, Denmark) wurde die Rückenspeckdicke (5 cm seitlich der Rückenmittellinie in der Mitte des Tieres zwischen 1. Halswirbel und Schwanzansatz bzw. 2,5 cm vor und hinter dem ersten Messpunkt) von 377 Schweinen gemessen. Am gleichen Tag wurden die Tiere geschlachtet und die Magerfleischanteile durch die Hennessy Grading Analyse bestimmt. Von weiteren 88 zufällig ausgewählten Schweinen wurde die linke Schlachthälfte gemäß EU-Referenzmethode analysiert. Von den Rückenspeckmessungen lieferte der Messpunkt in der Mitte des Tieres die genaueste Vorhersage zu den EU-Magerfleischwerten. Zusammenfassend zeigten die Ergebnisse dieser

Studie, dass alle Rückenspeckmesspunkte eine ausreichende Genauigkeit aufwiesen, um den Magerfleischgehalt von Schweinen vorhersagen zu können. Somit könnte das neu entwickelte System zur Klassifizierung lebender Schweine dienen.

Seit einiger Zeit wird die Tauglichkeit von Ultraschall zur Schätzung des intramuskulären Fettgehaltes bzw. des Marmorierungsgrades als indirekter Indikator für den intramuskulären Fettgehalt untersucht. NEWCOM et al. (2002) untersuchten hierzu mit Hilfe von Ultraschallmessungen das intramuskuläre Fett (IMF) in der Rückenmuskulatur von 207 Schweinen der Rasse Duroc. Ihre Ergebnisse zeigten, dass die Bestimmung von IMF an lebenden Schweinen sehr gut realisierbar war. Des weiteren ermöglicht die Messung eine gezielte Selektion von Zuchttieren in Richtung eines gewünschten IMF-Gehaltes. Eine Arbeit von MÖRLEIN et al. (2005), in der ebenfalls der IMF-Gehalt im M. longissimus von Schweinen mittels Ultraschallspektralanalyse untersucht wurde, spiegelte das derzeitige marktübliche Niveau an IMF deutscher Schlachtschweine wider. Nur ein geringer Teil der Schlachtschweine erreichte den aus sensorischer Sicht wünschenswerten IMF-Gehalt $> 2,0 \%$ im M. longissimus. Zusätzlich bietet die Ultraschallanalyse die Möglichkeit der züchterischen Erhöhung des IMF durch Selektionsmaßnahmen.

Seit Jahren ist die Ultraschalltechnik im Bereich der Prüfung eines ausreichenden Fettgehaltes von Jung- und Altsauen von Bedeutung, da eine Beziehung zwischen dem Fettansatz im Organismus und der Fruchtbarkeit von Sauen weiterhin das Thema vieler Diskussionen ist. Untersuchungen von CHECHOVA und TVRDON, 2006, GAUGHAN et al., 1997, NEWTON & MAHAN, 1993, PATTERSON et al., 2002, ROZEBOOM et al., 1996, SCHNURRBUSCH, 2005 und WÄHNER et al., 1995, die sich mit dem Zusammenhang von Körperzusammensetzung und Fruchtbarkeit von Jungsauen beschäftigten, bezogen ihre Daten aus Messungen der Rückenspeckdicke bzw. des Muskel-Speck-Verhältnisses. Ergebnisse dieser Arbeiten sind im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

2.3. Fruchtbarkeit

2.3.1. Europäische und Amerikanische Schweinerassen

NEWTON und MAHAN (1993) führten eine Studie mit 114 F1-Jungsauen der Rasse Landrasse x Yorkshire zur Beurteilung ihrer Reproduktionsleistungen über drei Abferkelungen durch. Sie bildeten drei Geburtsgewichtsklassen (120, 135 und 150 kg), erreicht durch die Fütterung verschiedener Futtermischungen vom fünften bis zum achten Lebensmonat. Alle Sauen verloren während der ersten Laktation an Gewicht. Während der zweiten und dritten Laktation hatten die 135 und 150 kg Sauengruppen geringe Gewichtsverluste, die 120 kg Gruppe hingegen verlor signifikant ($p < 0,05$) mehr an Gewicht. Im Laufe der drei Laktationen nahmen die 120 kg Jungsauen signifikant ($p < 0,05$) weniger Futter auf als die schwereren Tiere. Das Körpergewicht zum Zeitpunkt des Abferkelns hatte keinen Effekt auf die Anzahl geborener Ferkel (total, lebend) und auch nicht auf das Ferkelgeburtsgewicht. Allerdings erhöhte sich die Ferkelsterblichkeit mit ansteigendem Abferkelgewicht der Sauen ($p < 0,01$) und steigender Wurfnummer ($p < 0,05$) signifikant. In der 120 kg Sauengruppe lag die Konzeptionsrate unter der der beiden schwereren Gruppen mit 135 und 150 kg Körpergewicht.

WÄHNER et al. (1993 und 1995) prüften in ihren Arbeiten, in welchem Maße ein veränderter Muskel- und Fettansatz bei Sauen über eine Beeinflussung des Ovarsteroidhaushaltes und des Follikelwachstums für die Reproduktionsleistung von Bedeutung sein kann. Von 95 zyklischen, weiblichen Schweinen wurden kurz nach der Schlachtung der Genitaltrakt sowie Proben aus Muskel- und Fettgewebe entnommen. Von Weiteren 136 Jungsauen wurden Rückenspeckdicke und Muskelspeckverhältnis ermittelt. In Untersuchungen der Konzentration des Sexualsteroides 17β -Östradiol wurde ein Anstieg im Fettgewebe in Verbindung mit einer Erhöhung der Follikelanzahl festgestellt, was die Schlussfolgerung zuließ, dass sich ein höherer Fettgehalt bzw. eine höhere Rückenspeckdicke im

Tierkörper positiv auf die Ovaraktivität und damit auf eine entscheidende Voraussetzung für eine hohe Fruchtbarkeit auswirkt. Untersuchungen zur Anzahl gebildeter Follikel ergaben eine Beziehung zwischen der Anzahl gebildeter Follikel und der Rückenspeckdicke mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,20$ bis $r = 0,23$. Sauen mit höheren Speckmaßen bildeten eine größere Anzahl an Follikeln (24), als magerere Sauen (20). Untersuchungen zur Fruchtbarkeitsleistung zeigten, dass Jungsauen mit mittleren oder darüber liegenden Muskelspeckverhältnissen ein signifikant ($p < 0,05$) höheres Ergebnis an lebend geborenen Ferkeln je 100 Erstbesamungen erbrachten, als Sauen mit sehr geringem Fettanteil im Körper.

ROZEBOOM et al. (1996) untersuchten den Einfluss von Jungsauenalter und -körperzusammensetzung zum Zeitpunkt der Eingliederung in den Zuchtprozess auf die Reproduktionsleistung von 87 F1-Kreuzungsaunen der Rasse Yorkshire x Landrasse über den Zeitraum von drei Abferkelungen. Variationen in Alter und Körperzusammensetzung wurden erreicht durch unterschiedliche Besamungszeitpunkte und unterschiedliche Fütterungen (bis zum Erreichen der Rausche). Aufgrund der folgenden Ergebnisse gelangte man in dieser Studie zu dem Resultat, dass Alter und Körperzusammensetzung von Jungsauen zum Zeitpunkt der Zuchteingliederung keine Auswirkungen auf Produktivität und Langlebigkeit für die folgenden drei Abferkelungen hat. Alter und Körperzusammensetzung standen nicht im Zusammenhang mit der Wurfgröße bzw. Absatzgröße während der ersten drei Abferkelungen. Jungsauen mit einem höheren Alter zum Zeitpunkt der ersten Abferkelung wiesen signifikant ($p < 0,01$) niedrigere Ferkelgeburtsgewichte während der ersten Abferkelung und ein signifikant ($p < 0,01$) niedrigeres Ferkelabsatzgewicht während aller Abferkelungen als jüngere Jungsauen auf. In keinem Bezug zueinander standen die Körperzusammensetzung zum Zeitpunkt der ersten Abferkelung und das Ferkelgeburtsgewicht. Sauen mit einem höheren Körpergewicht zum Zeitpunkt der ersten Abferkelung blieben während des gesamten Experiments signifikant ($p < 0,01$) schwerer. Das Alter und die Körperzusammensetzung der

Jungsauen, die alle drei Abferkelungen erreichten, war nicht signifikant ($p > 0,1$) verschieden zu den Jungsauen, die keine drei Abferkelungen erreichten.

GAUGHAN et al. (1997) bestimmten an 54 Large White Jungsauen den Effekt der Körperzusammensetzung zum Zeitpunkt der Selektion (145. Lebenstag) auf den Beginn der Rausche und die anschließenden Produktionsleistungen bis zum 202. Lebenstag. Basierend auf der gemessenen Rückenspeckdicke wurden die Jungsauen drei Gruppen zugeordnet (Gruppe L mit 10–12 mm, M mit 13–15 mm und F mit 16–18 mm). Alle F-Jungsauen, 92% der M-Jungsauen und 67% der L-Jungsauen kamen bis zur Schlachtung am 202. Lebenstag in Rausche. Die M- (172. Lebenstag) und F-Jungsauen (170. Lebenstag) erreichten die Rausche signifikant ($p < 0,05$) eher als die L-Jungsauen, die durchschnittlich erst am 185. Lebenstag in Rausche kamen. Die Jungsauen der Gruppe L und M waren zum Zeitpunkt der Geschlechtsreife signifikant ($p < 0,01$) leichter als die Jungsauen der F-Gruppe. Die gemessenen Werte der Rückenspeckdicke zum Zeitpunkt der ersten Rausche zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Jungsauengruppen. Untersuchungen des Genitaltraktes nach der Schlachtung ergaben, dass L-Jungsauen mit 13,14 signifikant ($p < 0,05$) weniger Follikel aufwiesen, als Jungsauen der Gruppen M mit 19,08 und F mit 18,25 Follikeln. Die Rückenspeckdicke wies bei Schlachtung mit durchschnittlich 18,05 mm bei der L-Gruppe signifikant ($p < 0,05$) geringere Werte auf, als die der F-Gruppe mit 21,66 mm, war aber nicht signifikant geringer gegenüber der M-Gruppe mit 19,41 mm. Des Weiteren zeigten die Schlachtergebnisse signifikant ($p < 0,05$) höhere Fett- und Proteinwerte bei Jungsauen, die in die Pubertät kamen. Zusammenfassend gelangten GAUGHAN et al. (1997) zu dem Ergebnis, dass die Fett- und Proteinmengen im Körper zum Zeitpunkt der Selektion die entscheidenden Bestimmungsfaktoren für das Erreichen der Pubertät sind.

KARSTEN et al. (2000) untersuchte die genetische Beziehung zwischen individueller Futterraufnahme während der Eigenleistungsprüfung und Fruchtbarkeitsmerkmalen beim Schwein. Hierzu dienten die Ergebnisse der Eigenleistungsprüfung von 4869 Ebern zweier Reinzuchtlinien (Linie 03 und 04) sowie die Wurfleistungen ihrer weiblichen Nachkommen (9710 Jungsauen) als Datengrundlage. Sie stellten fest, dass zwischen der Futterverwertung und der Anzahl lebend geborener Ferkel in der Linie 03 eine züchterisch unerwünschte positive Beziehung bestand, d.h. ein geringerer Futterverbrauch je kg Zuwachs führte zu einer geringen Wurfgröße. Die Rückenspeckdicke war in beiden Linien mit den gesamt geborenen Ferkeln genetisch korreliert ($r = 0,18$ in Linie 03 und $r = 0,25$ in Linie 04). Für die Linie 04 wurde weiterhin eine signifikante genetische Korrelation von $r = 0,15$ mit der Anzahl lebend geborener Ferkel geschätzt. Die Linie 04 wies die geringere Rückenspeckdicke mit 10,76 mm im Vergleich zu 10,93 mm der Linie 03 auf, woraus abgeleitet werden konnte, dass in der Linie 04 die optimale Speckdicke für Fruchtbarkeitsleistungen von zahlreichen weiblichen Nachkommen bereits unterschritten wurde. Grundsätzlich ließ sich aus den geschätzten genetischen Korrelationen ableiten, dass die traditionelle Selektion auf erhöhte tägliche Zunahme, verbesserte Futterverwertung und verminderte Rückenspeckdicke zu einer verminderten Fruchtbarkeitsleistung führt.

TUMMARUK et al. (2001) beurteilten nachträglich die Einwirkungen der Wachstumsrate, der Rückenspeckdicke und des Alters zum Zeitpunkt der ersten Belegung von Jungsauen auf ihre späteren Reproduktionsleistungen. Die gesammelten Daten stammten aus 11 Schwedischen-Landrasse- und 8 Schwedischen-Yorkshire-Kernherden und beinhalteten 20712 Abferkelungen. Die Studie lieferte folgende Ergebnisse: Jungsauen, die aus einem 1. Wurf einer Jungsau stammten, wiesen ein signifikant längeres Absatz-Rausche-Intervall auf, als Jungsauen die aus einem 4. Wurf ($0,3$ Tage; $p < 0,05$) bzw. 5. Wurf ($0,4$ Tage; $p < 0,01$) stammten. Jungsauen mit einer höheren Wachstumsrate bis 100 kg Lebendmasse erreichten signifikant höhere Wurfgrößen (Wurf 1–5; $p < 0,05$), ein kürzeres Absatz-Rausche-Intervall (Wurf 1-5; $p < 0,05$)

und eine höhere Abferkelrate (Wurf 2 und 5; $p < 0,05$) als Jungsauen mit einer geringeren Wachstumsrate. Jungsauen mit einer hohen Rückenspeckdicke bei ca. 100 kg Lebendmasse hatten ein signifikant kürzeres ($p < 0,001$) Absatz-Rausche-Intervall gegenüber Jungsauen mit niedrigen Rückenspeckdicken.

Die Einflüsse der Wachstumsintensität und der Seitenspeckdicke auf die Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen von Jungsauen in zwei Ferkelerzeugerbetrieben der Rasse Leicoma und der Deutschen Landrasse wurden von WÄHNER et al. (2001) bzw. JOHN et al. (2001) untersucht. Die Parameter Lebendmasse, Tageszunahmen und Seitenspeckdicken wurden an zwei unterschiedlichen Zeitpunkten (1. Messung ca. 180. Tag zum Zeitpunkt der Selektion, 2. Messung ca. 240. Tag zum Zeitpunkt der Besamung) gemessen.

Während die Rasseunterschiede zwischen den Wachstumsphasen und den Seitenspeckdicken höchst signifikant waren, unterschieden sich die Reproduktions- und Aufzuchtleistungen insgesamt bei beiden Rassen nicht. Sauen mit mittleren Lebendtageszunahmen erzielten die besten Reproduktionsergebnisse, während Jungsauen mit sehr hohen Zunahmen generell geringere Aufzuchtleistungen erbrachten. Die Seitenspeckdicke zum Zeitpunkt der Besamung beeinflusste die Trächtigkeitsrate in beiden Betrieben positiv. Dies galt nicht uneingeschränkt, da sich eine Überkonditionierung der Sauen zum Besamungszeitpunkt negativ auf die Reproduktionsleistungen auswirkte. Die Seitenspeckdynamik von der Selektion bis zur Besamung hatte einen signifikant positiven Einfluss auf die Wurfgröße. Die Trächtigkeitsrate dagegen wurde nicht signifikant durch den Speckzuwachs beeinflusst.

PATTERSON et al. (2002) untersuchten in zwei Experimenten den Effekt einer geringeren Wachstumsrate auf das Erreichen der Geschlechtsreife an 216 Genex Manor Hybrid F1-Jungsauen (Genex Swine Group, Regina, Saskatchewan). Die Hälfte der Tiere wurde ab einem Körpergewicht von ca. 50 kg bis zum Erreichen der ersten Rausche mit einem Diätfutter gefüttert, um geringere Wachstumsraten zu provozieren, während die

andere Hälfte so gefüttert wurde, dass sie ein maximales Wachstum erreichte. Untersuchungsdaten wie Gewicht, Rückenspeckdicke und Muskeldicke wurden wöchentlich ermittelt. Die Diät beeinträchtigte die tägliche Magerfleischzunahme in beiden Experimenten (1. Experiment 424 g/d gegenüber 347 g/d; 2. Experiment 397 g/d gegenüber 376 g/d) signifikant ($p < 0.05$). Allerdings wurde das Einsetzen der Pubertät nicht beeinträchtigt durch die Diät (1. Experiment 157,3 d gegenüber 157,6 d; 2. Experiment 166,7 d gegenüber 167,3 d). Die Autoren schlossen daraus, dass die sexuellen Abläufe bei Jungsauen kommerzieller Genotypen eher durch angeborene Unterschiede als durch die Wachstumsrate bestimmt werden.

SCHNURRBUSCH (2005) untersuchte die Bedeutung des Körperfettes für die Fruchtbarkeit von Sauen anhand von Ultraschallmessungen der Rückenspeckdicke. Die Untersuchung zeigte, dass Sauen zum Zeitpunkt des Abferkelns eine Rückenspeckdicke von mindestens 24 mm aufweisen sollten, da sonst am Ende der Laktation (zur Zeit der erneuten Belegung) der Wert auf unter 20 mm absinken und die nachfolgende Fruchtbarkeitsleistung beeinträchtigt würde. Zusätzlich wurden die Fruchtbarkeitsleistungen von Sauen in Abhängigkeit von der Rückenspeckdicke bewertet. Die durchschnittlichen Wurfgrößen unterschieden sich nicht wesentlich zwischen den verschiedenen Rückenspeckdicken (<14 bis >20). Große Unterschiede bestanden jedoch bei Sauen die vier Würfe erreichten. Während bei einer mittleren Rückenspeckdicke von weniger als 14 mm nur 28 % der Sauen 4 Würfe erbrachten, waren das bei einer Rückenspeckdicke von über 20 mm 46%. Der Anteil von Fettgewebe beeinflusst somit entscheidend die Lebensleistung einer Sau.

CHECHOVA und TVRDON (2006) untersuchten die Beziehung zwischen der Rückenspeckdicke und den Reproduktionsmerkmalen bei 8285 Tschechischen Large White Sauen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten, dass Jungsauen mit mehr Rückenspeck bessere Wurfleistungen (Anzahl lebend geborener Ferkel und abgesetzte Ferkel) und mehr Würfe

im Laufe ihres Lebens erreichten. Allerdings zeigte die statistische Analyse keinen signifikanten Effekt ($p > 0,05$) der Rückenspeckdicke auf die Wurfgröße. Hoch signifikant ($p < 0,001$) war hingegen der Effekt der Wurfnummern auf die Wurfgröße.

2.3.2. Asiatische Schweinerassen

Viele Untersuchungen haben bereits gezeigt, dass asiatische Schweinerassen (Meishan, Fengjing, Minzhu) sehr gute Fruchtbarkeitsergebnisse erzielen. Zahlen von durchschnittlich vier Ferkeln mehr pro Wurf und darüber hinaus gegenüber europäischen Sauen (GALVIN et al., 1993, WHITE et al., 1993, YOUNG, 1995) lassen sich in der Literatur finden. Untersuchungen der Ovulationsrate beschreiben Zahlen von bis zu 24 Oozyten pro Zyklus (ANDERSON et al., 1993, CHRISTENSON, 1993, FAILLANCE et al. 1994). Ein besonderes Merkmal der chinesischen Sauenrassen (besonders Meishan) ist eine hohe embryonale Überlebensrate (BAZER et al., 1988, FAILLACE und HUNTER, 1994, GALVIN et al., 1993). Die Klassifizierung gewonnener Oozysten wenige Stunden nach der Ovulation offenbarte, dass gewonnene Oozysten von Meishan-Sauen sich in einem deutlich fortgeschrittenerem Teilungsstadium der Meiose befanden als Oozysten europäischer Sauenrassen (FAILLACE und HUNTER, 1994). Studien von ANDERSON et al. (1993) und BAZAR et al. (1988) zeigten, dass Embryonen von Meishan-Jungsauen sich im Gegensatz zu amerikanischen Rassen sehr schnell und gleichmäßig zwischen dem 8. und 14. Lebenstag entwickeln. ANDERSON et al. (1993) stellten nicht nur eine höhere Entwicklung von Meishan-Embryonen am 12. Trächtigkeitstag fest, sondern die Untersuchung gleicher Embryonen zeigte, dass diese einen signifikant ($p < 0,001$) niedrigeren Gehalt an 17-beta-Östradiol enthielten als Embryonen der selben Größe amerikanischer Sauenrassen. Die Autoren machten zwei Dinge für die hohe Fruchtbarkeit von Meishan-Sauen verantwortlich, einerseits eine hohe Ovulationsrate und andererseits eine reduzierte 17-beta-Östradiol Produktion der Meishan-Embryonen. Für

CHRISTENSON (1993) wird die erhöhte Fruchtbarkeit von Meishan-Sauen gegenüber europäischen Rassen eher durch den Effekt von kleiner Embryogröße, reduzierter Plazentagröße und geringerem Allantoisflüssigkeitsvolumen zum Beginn der Trächtigkeit verursacht. Und nimmt somit den größten Einfluss auf die nachfolgende fetale Überlebensrate und Entwicklung.

FAILLACE et al. (1994) untersuchten anhand der Rasse Meishan den Effekt saisonaler Einflüsse auf das Einsetzen der Pubertät, den Einfluss des Alters auf die Ovulationsrate und des Zeitintervalls vom Einsetzen des Östrus bis zur Ovulation. Die untersuchten Jungsauen kamen entweder im Frühjahr (n = 88) oder im Herbst (n = 40) in die Pubertät. Jungsauen die im Frühjahr in die Rausche kamen, waren signifikant ($p < 0,001$) jünger und erreichten mit einer größeren Wahrscheinlichkeit ($p < 0,01$) innerhalb von 100 Tagen die Pubertät als die Jungsauen, die im Herbst in Rausche kamen. Die Ovulationsrate stieg bei allen Tieren signifikant ($p < 0,001$) mit steigendem Fortpflanzungsalter, wobei die Ovulationsrate von Jungsauen den signifikant ($p < 0,05$) höchsten Wert aufwies. Für das Zeitintervall zwischen dem Einsetzen des Östrus bis zur Ovulation wurden für beide Gruppen Zeiten zwischen 32 und 56 Stunden gemessen.

2.3.3. Vergleich Asiatischer mit Europäischen oder Amerikanischen Schweinerassen

CHRISTENSON (1993) verglich verschiedene Fruchtbarkeitsparameter von Meishan-Sauen und Sauen europäischer Kreuzungsrassen. Zum Zeitpunkt der Pubertät war die Ovulationsrate (13 Oozyten) für beide Rassen ähnlich. Signifikante ($p < 0,01$) Unterschiede zwischen den Meishan- und den Kreuzungssauen traten erst zu späteren Untersuchungszeitpunkten auf, nämlich am 417. (18,1 gegenüber 15,2), 608. (20,1 gegenüber 17,1) und 735. Lebenstag (24,6 gegenüber 16,6). Die Anzahl an Gelbkörpern stieg für die Rasse Meishan von der Pubertät bis zum sechsten Östrus signifikant ($p < 0,01$) an, während die

Kreuzungsrasen nur einen langsamen, nicht signifikanten Anstieg verzeichneten. Der direkte Vergleich der Gelbkörperanzahl zeigte, dass die Meishan-Jungsauen (16,7) signifikant ($p < 0,01$) mehr Gelbkörper aufwiesen als die Kreuzungsjungsauen (12,7). Die frühe embryonale Überlebensrate der Rasse Meishan lag zwar über der europäischen Kreuzungstiere, war aber nicht signifikant verschieden.

GALVIN et al. (1993) untersuchten uterine und embryonale Merkmale in der frühen Trächtigkeitsphase verschiedener Sauenrasen. Ziel dieser Studie war es genotypische Unterschiede in der embryonalen Überlebensrate und Vergleiche in der embryonalen bzw. uterinen Entwicklung während der Frühträchtigkeitsphase zu ermitteln. Sauen in der dritten Trächtigkeitsphase (20 Large White, 14 Meishan, 25 Large White x Meishan und 25 Meishan x Large White) wurden am 20. –22. Tag nach der Belegung geschlachtet und ihre Genitaltrakte untersucht. Es traten signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen den reinrassigen Sauen auf, während die Kreuzungssauen dazwischen lagen. Die Anzahl an Gelbkörpern betrug für die vier Genotypen 20,7, 27,8, 22,4 und 23,3, die Anzahl an Embryonen 15,2, 23,4, 17,2 und 18,8 und die embryonale Überlebensrate 74, 84, 78 und 82%.

WHITE et al. (1993) verglichen in ihrer Studie die Abferkeldaten von 21 Meishan und 20 Yorkshire Erstlingssauen. Die Jungsauen der Rasse Meishan brachten eine signifikant ($p < 0,01$) größere Anzahl an Ferkeln (12,4) zur Welt, als die Yorkshire-Jungsauen (7,4). Das Ferkelgewicht zum Zeitpunkt der Geburt lag bei den Yorkshire-Jungsauen mit durchschnittlich 1,3 kg signifikant ($p < 0,01$) höher als bei den Meishan-Jungsauen mit einem Ferkelgewicht von 0,9 kg. Am Tag 47 der zweiten Trächtigkeit wiesen die Meishan-Sauen durchschnittlich 22,7 Gelbkörper auf, eine signifikant ($p < 0,01$) höhere Anzahl gegenüber den Yorkshire-Sauen mit 16,3 Gelbkörpern. Die Uteruslänge unterschied sich zwischen beiden Rassen nicht signifikant. Die Meishan-Jungsauen erreichten die Geschlechtsreife durchschnittlich am 95. Lebenstag und damit 105 Tage früher als die Yorkshire-Jungsauen ($p < 0,01$).

Young (1995) untersuchte die Reproduktionsleistungen von F1-Jungsauen, die zu 50% chinesische Rasseanteile (Meishan, Fengjing, Minzhu) oder Duroc und zu 50% europäische Landrasse enthielten. Fengjing-Kreuzungen wiesen signifikant ($p < 0,05$) höhere Ovulationsraten auf als Meishan- und Minzhu-Kreuzungen, welche wiederum eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Ovulationsrate als die Duroc-Kreuzungen aufwiesen. Meishan- und Fengjing-Kreuzungen zeigten sowohl signifikant ($p < 0,05$) mehr Embryonen am 100. Trächtigkeitstag als auch signifikant ($p < 0,05$) höhere Wurfgrößen bzw. Absetzzahlen als Duroc-Kreuzungen. Minzhu-Kreuzungen erreichten zu jedem Untersuchungszeitpunkt signifikant ($p < 0,05$) bessere Reproduktionsergebnisse (Embryonenzahl, Wurfgröße, Absetzzahl) als die Duroc-Kreuzungen, zeigten aber signifikant ($p < 0,05$) niedrigere Embryonenzahlen am 100. Trächtigkeitstag als die Meishan- und Fengjing-Kreuzungen. Die Kreuzungen der Rasse Duroc waren signifikant ($p < 0,05$) schwerer beim Abferkeln als alle drei chinesischen Kreuzungen. Allerdings waren sie am wenigsten effizient ($p < 0,05$) in der Umsetzung von Futterenergie in Ferkelzunahmen (von Geburt bis zum Absetzen). Fengjing-Kreuzungen waren weniger effizient ($p < 0,05$) als Minzhu-Kreuzungen, aber nicht signifikant verschieden zu den Meishan-Kreuzungen. Die chinesischen Kreuzungstiere kamen nach dem Absetzen signifikant ($p < 0,05$) früher wieder in Rausche als die Duroc-Kreuzungen. Die Ovulationsrate zur zweiten Trächtigkeit war am höchsten für die Fengjing-Kreuzungen gefolgt von Meishan, Duroc und Minzhu. Keine großen Unterschiede zwischen den untersuchten Kreuzungen zeigte die Anzahl von Feten am 100. Trächtigkeitstag in der zweiten Trächtigkeitsphase.

In einer weiteren Studie untersuchte YOUNG (1998) die Reproduktionsergebnisse von Kreuzungstieren die zu $\frac{1}{4}$ chinesische Rasseanteile (Meishan, Fengjing, Minzhu) oder Duroc und zu $\frac{3}{4}$ europäische Landrasse enthielten. Die Analyse zeigte, dass die zu einem $\frac{1}{4}$ chinesische Rasseanteile enthaltenden Kreuzungstiere eher die Pubertät erreichten als die Duroc-Kreuzungstiere. Meishan- und Fengjing-Kreuzungen hatten signifikant ($p < 0,05$) höhere Ovulationsraten als die

Minzhu- oder Duroc-Kreuzungen. Die Wurfgröße lag ebenfalls bei den chinesischen Kreuzungen über denen der Duroc-Kreuzung. Signifikanzen ($p < 0,05$) traten allerdings nur zwischen den $1/4$ Fengjing- und $1/4$ Duroc-Jungsauen auf. Bei der Anzahl lebend geborener Ferkel, abgesetzter Ferkel, den Geburtsgewichten oder Absetzgewichten traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kreuzungstieren auf. Während der zweiten Abferkelphase konnten keine signifikanten Vorteile der chinesischen Kreuzungstiere gegenüber den Duroc-Kreuzungen mehr festgestellt werden.

Ein Vergleich der Embryoentwicklung in chinesischen Meishan-Jungsauen und Jungsauen der Rasse Large White wurde von BAZER et al. (1988) durchgeführt. Hierzu wurden die Embryolänge (mm) einerseits von Meishan-Sauen und andererseits von Large White-Sauen am 8., 10. und 11. Trächtigkeitstag gemessen (8. Tag, 0,45 und 0,69; 10. Tag, 2,7 und 1,9; 11. Tag, 5,3 und 2,7). Die Größenvariationen innerhalb der beiden Rassen betrug bei den Large White-Embryonen durchschnittlich 42% und bei den Meishan-Embryonen 23% und war somit signifikant verschieden ($p < 0,01$). Am 12. Trächtigkeitstag wiesen 100% der Meishan-Embryonen ein Längenwachstum auf, während nur 50% aller Large White-Embryonen an Länge zulegten. Diese Ergebnisse zeigten, dass die Embryonen von Meishan-Jungsauen sich vom 8. bis 12. Trächtigkeitstag schneller und gleichmäßiger entwickeln, als die der Rasse Large White. Des Weiteren lag die embryonale Überlebensrate am 30. Trächtigkeitstag bei den Meishan-Tieren (89%) signifikant ($p < 0,01$) über den Werten der Large White-Tiere (55%).

2.3.4. Selektionskriterien für Fruchtbarkeit

In den 90er Jahren war in Dänemark die totale Anzahl geborener Ferkel pro Wurf das einzige genetische Selektionskriterium von Landrasse- und Yorkshire-Sauen. Mit der genetischen Steigerung der total geborenen Ferkel stieg allerdings auch die Ferkelsterblichkeit während der Geburt.

Diese steigende Ferkelsterblichkeit führte zu einem Wechsel der Selektionskriterien in Dänemark 2004, von total geborenen zur Anzahl lebend geborener Ferkel am 5. Lebenstag, da 90% der Ferkel die das Absetzen nicht erreichten totgeboren waren oder vor Tag 5 starben. In Frankreich wurde die Anzahl total geborener Ferkel bereits 2002 durch lebend geborene Ferkel ersetzt. In Finnland wird zwar nach der Anzahl total geborener Ferkel selektiert, aber zusätzlich nach einer geringen Anzahl totgeborener und einer geringen Mortalität frischgeborener Ferkel. Alle drei Merkmale werden als genetische Selektionsmerkmale berücksichtigt. Die niederländischen Schweinezüchter selektieren die Mutterlinien nach der Anzahl total geborener, geringen Anzahl totgeborener und geringer Mortalität frischgeborener Ferkel. Die Mortalität frischgeborener Ferkel wird charakterisiert durch die totale Anzahl totgeborener Ferkel und die mütterliche Fähigkeit die Wachstumsrate ihrer Ferkel zu erhöhen. Die Vaterlinien werden nach geringer Mortalität frischgeborener Ferkel selektiert. Weitere Selektionsmerkmale in Finnland sind das Alter bei der ersten Abferkelung und das Abferkelintervall. Die Zeitspanne zwischen dem Absetzen der Ferkel bis zum ersten Östrus nach dem ersten, zweiten und folgenden Würfen werden als genetische Komponenten in Frankreich und den Niederlanden miteinbezogen. In Norwegen wird nicht hinsichtlich der Ferkelsterblichkeit selektiert, dafür wird seit 2004 das Wurfgewicht in der 3. Lebenswoche eingeschlossen. Zusätzliche Reproduktionsmerkmale für eine genetische Selektion bilden Alter bei der ersten Rausche und Absatz-Rausche-Intervall. In Norwegen, Frankreich und den Niederlanden findet zusätzlich die Zitzenanzahl als genetisches Zuchtkriterium Berücksichtigung. Die Wurfgröße wird in Norwegen für jeden Wurf einzeln als Selektionsmerkmal behandelt, während in Dänemark und Frankreich die Wurfgröße als ein wiederkehrendes Merkmal nur einmal behandelt wird. Finnland arbeitet hier mit zwei Merkmalen: Wurfgröße nach der ersten Trächtigkeit und folgende Wurfgrößen (RYDHMER und BERGLUND, 2006).

Genetische Parameter wie die Wurfgröße, das Wurfgewicht, der Durchschnitt und die Unterschiede vom Ferkelgewicht bei der Geburt, am

21. Lebenstag und beim Absetzen, sowie Überlebensrate bei Geburt und Überlebensrate von Geburt bis zum Absetzen wurden in einer Studie von HUBY et al. (2003) untersucht. Eine Gesamtzahl von 1958 Würfen von 1131 Sauen der Rasse Large White wurde analysiert. Die Wurfgröße beim Absetzen und die Überlebensraten zeigten nur eine sehr geringe Heritabilität (0,02 und 0,03). Für andere Merkmale lag die Heritabilität zwar höher, blieb aber eher niedrig für Wurfgröße und Wurfgewicht (0,11 und 0,13) und nur mäßig für die durchschnittlichen Ferkelgewichte (0,20 und 0,32). Unterschiede im Ferkelgewicht waren genetisch mit niedrigeren Ferkelüberlebensraten bei Geburt (-0,21 und -0,35) und zusätzlich noch mit niedrigeren Überlebensraten von Geburt bis zum Absetzen (-0,44 und -0,99) korreliert. Die durchschnittlichen Ferkelgewichte zeigten gering positive Korrelationen mit der Überlebensrate von Geburt bis zum Absetzen (0,13 und 0,34), aber eine negative genetische Beziehung zur Überlebensrate zum Zeitpunkt der Geburt (-0,01 und -0,49).

BOUQUET et al. (2006) untersuchten genetische Parameter, wie Wurfgröße, Ferkelsterblichkeit vor dem Absetzen und Ferkelwachstum von Französischen Landrasse Schweinen. Sie stellten fest, dass die Wurfgröße zum Zeitpunkt der Geburt und zum Zeitpunkt des Absetzens in sehr hohem Maße miteinander korrelierten (0,75 und 0,98). Die genetischen Korrelationen zwischen der Anzahl totgeborener Ferkel und der Sterblichkeitsrate von der Geburt bis zum Absetzen bzw. der Totgeburtenrate lagen nahe Null oder waren negativ (-0,39 und 0,19) und zeigten, dass die zwei Merkmale der Ferkelsterblichkeit unterschiedlich genetisch festgelegt sind. Obwohl untereinander höchst korreliert, zeigten die Anzahl lebend geborener Ferkel (negativ) und die Anzahl total geborener Ferkel (positiv) eine unterschiedliche genetische Beziehung zu den Merkmalen der Ferkelsterblichkeit (Anzahl totgeborener Ferkel und Sterblichkeitsrate von der Geburt bis zum Absetzen). Die Anzahl abgesetzter Ferkel pro Wurf wies eine negative Korrelation sowohl zur Sterblichkeit beim Abferkeln als auch während der Laktation auf. Abschließend gelangten die Autoren zu dem Ergebnis, dass eine Selektion auf die Anzahl lebend geborener Ferkel hilfreich wäre, um die

perinatale Sterblichkeit zu reduzieren. Allerdings bedeute das nicht automatisch eine Verbesserung der Überlebensrate vom Zeitpunkt der Geburt bis hin zum Absetzen.

Da die Länge des Produktionseinsatzes von Sauen eine bedeutende Rolle für die Wirtschaftlichkeit in der Schweineproduktion spielt, untersuchten SERENIUS et al. (2006) die genetische Beziehung zwischen der Länge des Produktionsabschnitts, dem Gesundheitsstatus des Fundaments und dem ersten Abferkelalter von finnischen Landrassesauen. Die Schätzung der genetischen Korrelation zwischen erstem Abferkelalter und Produktionslänge und ebenso zwischen erstem Abferkelalter und Fundamentgesundheit lag bei annähernd Null. Das heißt, die Ergebnisse deuteten auf keinerlei Beziehung zwischen diesen Merkmalen hin. Eine gering positive genetische Korrelation konnte zwischen der Fundamentgesundheit und der Produktionslänge festgestellt werden, das heißt Sauen mit genetisch besserer Fundamentgesundheit tendierten ebenfalls dazu, robuster im Produktionsabschnitt zu sein. Die Autoren empfehlen weiterhin, dass es förderlich wäre die Informationen über die Fundamentgesundheit in die Zuchtwertschätzung mit aufzunehmen.

Inhaltsverzeichnis Kapitel 3 (Publikation)

Titel	35
Abstract	35
Zusammenfassung	35
Einleitung	36
Material und Methoden	36
Tiere	36
DXA-Analyse	37
LKV-Prüfung	38
Fruchtbarkeitsdaten	38
Haltung und Fütterung	39
Statistische Analyse	40
Ergebnisse und Diskussion	40
LKV-Ergebnisse	40
DXA-Ergebnisse	41
Fruchtbarkeitsergebnisse	43
Vergleich von DXA-Körperfettgehalt und Wurfgröße	44
Literatur	47

Beziehung zwischen mittels Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie bestimmter Körperzusammensetzung und Fruchtbarkeit von Jungsauen

Abstract

Title of the paper: **Relationship between body composition measured by dual energy x-ray absorptiometry and reproduction performance in gilts**

This study was conducted to evaluate the relationship between body composition and reproduction traits in gilts. A number of 176 gilts of different genotypes were categorized in three different groups. Group 0 consists of gilts that were disqualified for breeding according performance test results or showed no occurrence of oestrus. Group 1 consists of all gilts, which farrowed after an artificially insemination. Group 2 was composed of gilts that were artificially inseminated but did not give birth to a litter.

Body composition was determined in vivo using dual energy x-ray absorptiometry at a live weight of about 90 kg. Initial reproduction data from group 1 were also evaluated.

Results of the performance test showed considerable variation among the different groups. Group 1 was significantly heavier and the daily gain was significantly higher than in group 0. However, results of breeding index and value were clearly below the results of the other two groups. The body fat content was significantly higher in gilts with a litter (>1.65 absolutely) than in gilts without a litter (group 2) and in disqualified gilts (group 0). Group 2 gilts showed the smallest body fat mass. However, the relation between DXA fat percentage and litter size for group 1 showed in tendency that the litter size might decrease with an increasing fat content of gilts. Therefore, an optimum body fat content for conventional breeding gilts of European or American origin needs to be determined for a maximum fertility.

Key Words: DXA, body composition, reproduction performance, gilts

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, die Beziehung zwischen der Körperzusammensetzung und der Fruchtbarkeit von Jungsauen zu untersuchen. 176 Jungsauen verschiedener Genotypen wurden drei Gruppen zugeordnet. Gruppe 0 setzte sich aus Tieren zusammen, die entweder aufgrund einer durchgeführten Eigenleistungsprüfung zuchtuntauglich beurteilt wurden oder keine Rauscheerscheinungen zeigten und somit nicht belegt werden konnten. Gruppe 1 wurde von Jungsauen mit einem ersten Wurf gebildet und in Gruppe 2 befanden sich Jungsauen, die besamt wurden, jedoch keinen ersten Wurf bekamen.

Von allen Tieren wurde mit Erreichen eines Lebendgewichts von ca. 90 kg eine In-vivo-Ganzkörperanalyse mit Hilfe der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA) durchgeführt. Außerdem wurden von allen Jungsauen der Gruppe 1 Wurfdaten erfasst.

Ergebnisse der Eigenleistungsprüfung zeigten zum Teil beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Tiere der Gruppe 1 hatten signifikant höhere Tageszunahmen als die der Gruppe 0. Jedoch lagen die Werte für Zuchtindex und –wert unter denen der zwei anderen Gruppen. Der Gesamtkörperfettgehalt war bei Jungsauen mit Wurf signifikant höher ($>1,65$ % absolut) als bei Jungsauen ohne Wurf (Gruppe 2) bzw. zuchtuntauglichen Jungsauen (Gruppe 0). Die Jungsauen der Gruppe 2 (ohne Wurf) wiesen die niedrigsten Körperfettgehalte aller drei Gruppen auf. Innerhalb der Gruppe 1 zeigte die Beziehung zwischen DXA-Fett (%) und der Wurfgröße jedoch tendenziell, dass mit steigendem Körperfettgehalt der Jungsauen eine Verminderung der Wurfgröße verbunden sein kann. Folglich ist für eine maximale Fruchtbarkeitsleistung von Jungsauen konventioneller Schweinerassen ein optimaler Körperfettgehalt anzustreben.

Schlüsselwörter: DXA, Ganzkörperzusammensetzung, Fruchtbarkeit, Jungsauen

Einleitung

Das Zuchtziel in der Schweineproduktion richtet sich vor allem nach den Wünschen des Verbrauchers, das heißt reduzierte Fettanteile bei gleichzeitig erhöhtem Muskelfleischanteil werden bevorzugt. Es stellt sich die Frage, ob die Selektion auf immer magerere Tiere Fruchtbarkeitsprobleme bei Sauen (speziell Jungsauen) hervorruft. Studienergebnisse hierzu sind kontrovers. Einige Autoren stellten fest, dass Alter, Gewicht und Körperzusammensetzung während der ersten Aufzuchtphase nicht mit der Wurfgröße in Verbindung stehen (NEWTON and MAHAN, 1993; ROZEBOOM et al., 1996; SCHNURRBUSCH, 2005). Untersuchungen von WÄHNER et al. (1993, 1995) zeigten jedoch anhand von Messungen der Rückenspeckdicke, dass sich in bestimmten Grenzen ein höherer Fettgehalt im Tierkörper positiv auf die Ovaraktivität und dementsprechend auf die Wurfgröße auswirkt.

Zu anderen Fruchtbarkeitsparametern von Jungsauen gibt es ebenfalls unterschiedliche Aussagen. Einerseits wurden weder dem Alter und der Körperzusammensetzung von Jungsauen große Auswirkungen auf die Produktivität der Sauen beigemessen (ROZEBOOM et al., 1996), noch wurde das Eintreten der Geschlechtsreife mit dem Erreichen einer bestimmten Körperzusammensetzung in Zusammenhang gebracht (ROZEBOOM et al., 1995). Andererseits wird die Aussage getroffen, dass Jungsauen mit einem höheren Gesamtkörperfettanteil früher in Rausche kommen als Tiere mit einem geringeren Körperfettgehalt (GAUGHAN et al., 1997). Eine ähnliche Aussage trafen auch NEWTON and MAHAN (1993), die eine geringere Konzeptionsrate bei Jungsauen mit niedrigerem Körpergewicht feststellten als bei Sauen mit höherem Gewicht.

Mit Hilfe der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA) ist es inzwischen möglich, nicht nur einzelne Merkmale des Tierkörpers, wie zum Beispiel Gewicht oder Rückenspeckdicke am lebenden Tier zu messen, sondern die gesamte Körperzusammensetzung *in vivo* zu erfassen. In vielen vorangegangenen Untersuchungen hat sich bereits gezeigt, dass DXA sehr gut geeignet ist, die Körperzusammensetzung beim Schwein *in vivo* zu bestimmen (BÖTTINGER, 2005; KOO et al., 2002; LUKASKI et al., 1999; MITCHELL et al., 1996; 1998; 2000; 2002; MITCHELL and SCHOLZ, 1997; SCHOLZ, 2002; SCHOLZ et al., 2002; SVENDSEN et al., 1993).

In der vorliegenden Studie soll untersucht werden, welche Beziehung zwischen dem Gesamtkörperfettgehalt (ermittelt aus DXA) und der Fruchtbarkeit von Jungsauen besteht.

Material und Methoden

Tiere

Der Gesamtumfang der untersuchten Tiergruppe betrug 176 Jungsauen der Rassen Deutsches Edelschwein (DE), Deutsche Landrasse (DL), Duroc (Du), Hampshire (Ha), Pietrain (Pi), Schwäbisch-Hällisches Landschwein (SH) und Kreuzungstiere der Rassen DL*DE, Pi*Du, Pi*Ha (Tab. 1). Mit Erreichen eines Lebensalters von ca. 180 Tagen und eines Lebendgewichts von ca. 90 kg wurden bei den Zuchttieren eine Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung vom Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung (LKV) in Bayern sowie eine Ganzkörperanalyse mittels Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA) durchgeführt. Das durchschnittliche Gewicht der Sauen betrug 95,6 kg bei einer Gewichtsspanne von 74 bis 130 kg. Das Alter lag zwischen 148 und 230 Lebenstagen. Alle untersuchten Tiere stammten vom Lehr- und

Versuchsgut der LMU München in Oberschleißheim und wurden im Zeitraum von Juni 2000 bis März 2006 gescannt. Entsprechend des Geburtsdatums wurden sechs Geburtsjahresklassen gebildet.

Tabelle 1

Genotypen und Tierzahlen aller untersuchten Jungsauen in Abhängigkeit von der Sauengruppe (Different genotypes and number of analysed gilts depending on sow group)

Genotypen	Tierzahl (n = 176)	Gruppe 0 (n = 35)	Gruppe 1 (n = 103)	Gruppe 2 (n = 38)
DE	9		8	1
DL	84	19	46	19
Du	26	3	12	11
Ha	2		2	
Pi	24	7	14	3
SH	4		3	1
DL x DE	8	2	5	1
Pi x Du	5	1	3	1
Pi x Ha	14	3	10	1

DE = Deutsches Edelschwein, DL = Deutsche Landrasse, Du = Duroc,

Ha = Hampshire, Pi = Pietrain, SH = Schwäbisch-Hällisches Landschwein

Gruppe 0 = zuchtuntauglich oder ohne Rauscheerscheinungen [without mating]; Gruppe 1 = zuchttauglich, mit erstem Wurf [with litter]; Gruppe 2 = zuchttauglich, ohne ersten Wurf [mated, without litter]

DXA-Analyse

Die Zuchtsauen wurden unter Verwendung eines DPX-IQ Scanners der Firma GE Lunar (Madison, Wisconsin, USA) untersucht. Die Untersuchung fand maximal drei Tage vor oder nach der LKV-Prüfung statt. Gleichzeitig wurde jedes Tier gewogen und die Lebendtageszunahmen (LTZ) ermittelt. Für die DXA-Messung wurden die Schweine zunächst sediert (intramuskuläre Injektion einer Kombination aus Azaperon (Stresnil®, JANSSEN-CILAG GmbH) 1,2 mg/kg Körpergewicht [KGW] und Ketaminhydrochlorid (Ursotamin®, Serumwerk Bernburg AG) 10 mg/kg KGW) und anschließend in Narkose gelegt (intravenöse Injektion von Ketaminhydrochlorid (Ursotamin® Serumwerk Bernburg AG) 20-25 mg/kg KGW). Das narkotisierte Tier wurde in Bauchlage mit ausgestreckten Vorder- und Hintergliedmaßen auf dem DXA-Tisch gelagert, so dass eine Ganzkörperanalyse (Softwaremodus „adult normal“) durchgeführt werden konnte. Ermittelt wurden Fettgewebe (g, %), Magerweichgewebe (g), Knochenmineralgehalt (g) und Knochenmineraldichte (g/cm^2).

Die Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie basiert auf einem Drei-Komponenten-Modell für die Körperzusammensetzung (Abb. 1). Das Modell setzt sich aus Fettgewebe, Magerweichgewebe (Muskulatur, Bindegewebe, innere Organe, Knorpel) und Knochenmineralstoffen zusammen.

Mit Hilfe von polyenergetischen Röntgenstrahlen kann die gewebliche Zusammensetzung sowohl in ausgewählten Körperregionen als auch im Gesamtkörper bestimmt werden (MITCHELL and SCHOLZ, 2001; PIETROBELLI et al., 1996).

Das DXA-Verfahren beim GE Lunar DPX-IQ beruht auf der Nutzung von zwei Photonenenergieniveaus mit 38 keV und 70 keV. Beim Durchdringen des Tierkörpers werden sowohl die niedrig- als auch die hochenergetischen Röntgenstrahlen unterschiedlich abgeschwächt. Das Ausmaß der Abschwächung ist abhängig von der in diesem Bereich vorhandenen Gewebeart. Jedem Gewebe kann ein Röntgenschwächungskoeffizient (R-Wert) zugeordnet werden (PIETROBELLI et al., 1996), der unabhängig von der Gewebedicke ist. Der R-Wert für Fett ($\sim 1,2$) und Magerweichgewebe ($\sim 1,35$)

ist deutlich niedriger als der für Knochen ($>2,8$). Aufgrund dieser Unterschiede wird für jeden Bildpunkt (Pixel) zunächst zwischen Weichgewebe und knochenmineralhaltigem Gewebe unterschieden. Allein für Pixel, die kein Knochenmineral enthalten, wird die Weichgewebezusammensetzung direkt ermittelt. Zusätzlich werden der Fett- und Magerweichgewebegehalt für die Knochenmineral enthaltenden Pixel in Abhängigkeit vom umgebenden Weichgewebe interpoliert.

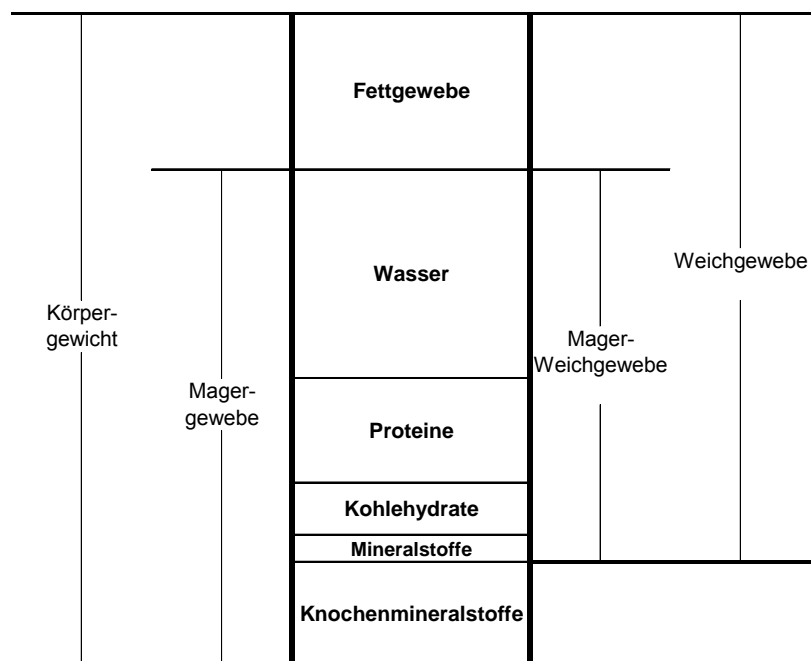


Abb. 1: Modell der Körperzusammensetzung nach PIETROBELLI (96) [Body composition model modified after PIETROBELLI (96)]

LKV-Prüfung

Alle Jungsauen wurden durch einen neutralen Tester auf Zuchttauglichkeit mit einem vom Ausschuss für Leistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung beim Schwein zugelassenen Ultraschallgerät (Piglog 05) überprüft (MÜLLER und POLTEN, 2004). Folgende Daten wurden im Rahmen der LKV-Prüfung ermittelt: Speckdicke (Speckmaß B), Muskeldicke (beides mittels Ultraschall), Magerfleischanteil, Fundament-, Bemuskelungs- und Exterieurnote, Zitzenanzahl, Selektionsindex, Zuchtwert, Gewicht und Tageszunahmen.

Fruchtbarkeitsdaten

Bei allen Jungsauen wurden Fruchtbarkeitsdaten wie Besamungsdatum, Abferkeldatum, Anzahl geborener, aufzogener und totgeborener Ferkel, sowie die Gesamtferkelverluste des ersten Wurfs erfasst.

Aufgrund der LKV- und Betriebsdaten wurden drei Sauengruppen gebildet. Die Gruppe 0 (Tab. 1, 2), umfasste alle Sauen, die nach der Eigenleistungsprüfung nur eine geringe Zuchttauglichkeit aufwiesen und somit von der Zucht ausgeschlossen wurden, zusätzlich alle Jungsauen, die zwar zuchttauglich waren, aber keine Rauscheerschei-nungen zeigten und somit nicht belegt werden konnten. Die Gruppe 1, umfasste alle Sauen die zuchttauglich waren, ein Deckdatum und einen ersten Wurf aufwiesen; die

Gruppe 2, umfasste alle Sauen die zur Zucht zugelassen wurden, ein Deckdatum aufwiesen, aber aufgrund fehlender Konzeption keinen ersten Wurf aufwiesen (Tab. 1).

Tabelle 2

Zuchtuntauglichkeitsursachen für Jungsauen der Gruppe 0 (Reasons for disqualified gilts in group 0)

Anzahl Tiere	35
keine Rausche	20
Zunahmen (< 430g)	1
Fundament	1
Bemuskelung	0
Exterieur	0
Zitzenanzahl	9
Selektionsindex (< 80)	7

Haltung und Fütterung

Die Fütterung und Haltung war bei allen potentiellen Jungsauen gleich. Bis zum Erreichen des Absetzalters von vier Wochen verblieben die Ferkel in mit Stroh eingestreuten Abferkelbuchten. Anschließend wechselten sie in einen Flatdeckstall mit Vollspaltenboden aus Kunststoff. Mit dem Erreichen eines Körpergewichtes von 25 - 30 kg wurden die Tiere in einen Außenklimastall (Tiefstreustall mit einer über Stufen erreichbaren erhöht liegenden Fläche aus Betonspaltenboden) umgestallt. Dort verblieben sie bis zur Zuchtreife (zwischen 90 – 100 kg Körpergewicht). Mit Erreichen der Zuchtreife wurden die Jungsauen der Gruppe 1 und 2 (und teilweise der Gruppe 0) in das Deckzentrum mit Gruppenhaltung (5-8 Tiere/Gruppe) umgestallt und nach natürlichem Eintritt der Rausche zweimal im Abstand von 12 h künstlich besamt. Die Jungsauen der Gruppe 0, die in das Deckzentrum umgestallt wurden, zeigten keine Rauscheanzeigen und wurden nicht besamt.

Tabelle 3

Zusammensetzung der einzelnen Futtermischungen (Composition of the different diets)

Inhaltstoffe (%)	Schauma Früh (Fa. Schaumann)	Ferkelfutter (LVG)	Niedertragende Sauen (LVG)
Gerste	34	21	48,7
Weizen	21	44	6
Hafer			37
Mais		10	
Sojabohnen	15		
Sojaschrot	5	22,5	4,8
Sojaöl	3		
Molkenpulver	7		
Traubenzucker	5		
Kartoffeleiweiß	5		
Rest	5		
Mineralfutter		2,5	3,5
Rohproteingehalt	18,5	20,0	13,4
Energiegehalt (MJ/kg TS)	14,6	13,0	12,2

LVG = Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim; TS = Trockensubstanz

Die nachweislich tragenden Sauen (Gruppe 1) wurden in den Wartesauenbereich des Außenklimastalls umgestallt, wo wie im Jungsauenaufzuchtbereich eine individuelle Fütterung an Doppel-Fitmixstationen (Fa. Mannebeck) erfolgte.

Ab dem zehnten Lebenstag erhielten die Ferkel zusätzlich zur Muttermilch ein zugekauftes Ferkelaufzuchtfutter „Schauma Früh“ der Firma Schaumann, Pinneberg. Mit

dem Absetzen wurde die Fütterung im Flatdeckstall auf betriebseigenes Ferkelfutter umgestellt. Anschließend wurde im Außenklimastall bis zum Erreichen des Testalters sowie im Deckzentrum eine ebenfalls selbst hergestellte Futtermischung für niedertragende Sauen verfüttert. Die Zusammensetzung der einzelnen Futterrationen ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Statistische Analyse

Die statistische Analyse erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 8.02. Für die Varianzanalyse wurde ein gemischtes Modell unter Verwendung von „Proc Mixed“ nach der REML-Methodik (Restricted Maximum Likelihood) genutzt. Folgende Modelle wurden verwendet:

1) Modell für DXA- und LKV-Ergebnisse

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{SauGr}_i + \text{Elternrasse}_j + \text{Geburtsjahresklasse}_k + \beta (\text{Lebenstage}) + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl}	=	Beobachtungswert
μ	=	Erwartungswert von y
SauGr_i	=	fixer Effekt der Sauengruppe (i = 1-3)
Elternrasse_j	=	zufälliger Effekt der Herkunft (j = 1-9)
$\text{Geburtsjahresklasse}_k$	=	zufälliger Effekt der Geburtsjahresklasse (k = 1-6)
$\beta (\text{Lebenstage})$	=	Kovariable Lebenstage
e_{ijkl}	=	Restfehler (Restvarianz)

2) Modell für die Fruchtbarkeitsdaten der Sauengruppe 1 (mit Wurf)

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Elternrasse}_i + \text{Geburtsjahresklasse}_j + e_{ijk}$$

Y_{ijk}	=	Beobachtungswert
μ	=	Erwartungswert von y
Elternrasse_i	=	fixer Effekt der Elternrasse (i = 1-9)
$\text{Geburtsjahresklasse}_j$	=	zufälliger Effekt der Geburtsjahresklasse (j = 1-6)
e_{ijk}	=	Restfehler (Restvarianz).

Ergebnisse und Diskussion

LKV Ergebnisse

Die Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der Leistungsprüfung und der Zuchtwertschätzung für jede der drei gebildeten Jungsauengruppen (0, 1 und 2). Untersucht wurden Gewicht, Zunahmen, Speckmaß B, Muskelfleischanteil, Fundament, Bemuskelung, Zitzenanzahl, Selektionsindex und Zuchtwert.

In der vorliegenden Studie wurden die drei Jungsauengruppen anhand ihrer Prüfungsergebnisse auf Zuchttauglichkeit und ihrer Fruchtbarkeitsleistung gebildet. Betrachtet man die Ergebnisse der LKV Leistungsprüfung (Tab. 4), so werden erste Unterschiede zwischen den Jungsauengruppen deutlich, die unter anderem zur Bildung der Gruppe 0 geführt haben (Tab. 2).

Vergleicht man die einzelnen Gruppen für die Parameter Zunahmen und Gewicht so zeigt sich, dass die Jungsauengruppe 0 geringere Lebendtageszunahmen und folglich ein deutlich geringeres Lebendgewicht als die Gruppen 1 und 2 aufwies. In beiden Fällen bestand ein signifikanter Unterschied zwischen der Jungsauengruppe 1 und 0. Das Gewicht und die Tageszunahmen der Gruppe 2 lagen zwar unter denen der

Gruppe 1, es bestand jedoch keine Signifikanz zwischen den beiden zuchttauglichen Gruppen.

Aus züchterischer Sicht waren die Messergebnisse des Speckmaßes B (SpB) und des Muskelfleischanteils (MFA) von besonderer Bedeutung.

Tabelle 4

Ergebnisse der Leistungsprüfung. Kleinste Quadrate Mittelwerte (LSM) und Standardschätzfehler nach Sauengruppen 0, 1 und 2 (Results of performance testing. Least squares means (LSM) and standard errors of estimation for sow groups 0, 1 and 2)

Jungsauen	Gruppe 0	Gruppe 1	Gruppe 2
Gewicht (kg)	89,43 ± 2,68 ^{ac}	95,21 ± 2,25 ^b	92,48 ± 2,61 ^{bc}
Zunahmen (g)	494,97 ± 13,58 ^{ac}	523,14 ± 11,17 ^b	512,39 ± 13,19 ^{bc}
SpB (cm)	8,66 ± 0,87	8,55 ± 0,81	8,33 ± 0,86
MFA (%)	61,46 ± 1,18 ^{a*}	62,13 ± 1,13 ^{bc}	62,43 ± 1,17 ^b
Fundament (1-4)	3,64 ± 0,1	3,75 ± 0,06	3,63 ± 0,09
Bemuskelung (1-9)	6,68 ± 0,26	6,63 ± 0,24	6,71 ± 0,26
Exterieur (1-9)	6,70 ± 0,18	6,83 ± 0,14	6,83 ± 0,17
Zitzenanzahl (links)	6,75 ± 0,14 ^{ac}	6,95 ± 0,11 ^{bc}	7,05 ± 0,14 ^b
Zitzenanzahl (rechts)	6,76 ± 0,16	6,96 ± 0,13	6,84 ± 0,15
Index-Wert	123,25 ± 15,77	100,99 ± 10,68	98,66 ± 15,25
Zuchtwert	109,86 ± 13,42 ^{bc}	102,27 ± 12,98 ^{ac}	114,55 ± 13,37 ^b

Gruppe 0 = nicht zugelassen [without mating]; Gruppe 1 = zugelassen, mit Wurf [with litter]; Gruppe 2 = zugelassen, ohne Wurf [mated, without litter]; SpB = Speckmaß B [back fat depth B]; MFA = Muskelfleischanteil [lean percentage]; Index = Berechnung aus Mastleistung (Lebentagszunahme) und Schlachtleistung (Ultraschallmesswerte) korrigiert nach Alter und Gewicht [calculated from daily gain and ultrasound measurements];

LSM, die mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$).

LSM marked with different superscripts show significant differences ($p < 0,05$); $a^* = p = 0,0501$

Bei beiden Parametern hatte die Gruppe 0 die höchsten bzw. niedrigsten Werte mit einem SpB von 8,66 mm und einem MFA von 61,46 %. Somit schnitt tendenziell die Gruppe 0 als die Gruppe mit dem höchsten Körperfettgehalt (niedrigstem Muskelfleischanteil) ab. Bestätigt wurde diese Tendenz durch den Unterschied des MFA zwischen der Sauengruppe 0 und 2 ($p = 0,0501$). Bedenkt man aber, dass die Gruppe 0 aufgrund geringer Zuchttauglichkeit oder fehlender Rauscheerscheinungen für zuchtuntauglich erklärt wurde, so lässt sich vermuten, dass allein die erfassten Werte für SpB und MFA nichts über die Zuchttauglichkeit einer Jungsau aussagen.

Subjektiver Einschätzung zufolge war die Gruppe 1 am geringsten bemuskelt und wies somit im Umkehrschluss einen eher höheren Körperfettgehalt auf. Allerdings wurde genau diese Gruppe nach Messungen von SpB und MFA tendenziell magerer als Gruppe 0, jedoch nicht signifikant verschieden zu Gruppe 0 und 2 beurteilt. Zusätzlich zeigte sich, dass Sauen aus der eigenen Untersuchung mit höherem Index- bzw. Zuchtwert nicht zur Zucht zugelassen werden (Gruppe 0), während Sauen mit durchschnittlichem Index und Zuchtwert zumindest einen ersten Wurf produzieren (Gruppe 1). Sowohl Eigenleistungsprüfungsindex als auch Zuchtwert stehen in keiner Beziehung zur späteren Fruchtbarkeit der untersuchten Jungsauen.

DXA-Ergebnisse

Die ermittelten Werte der DXA-Ganzkörpermessung wie Lebentageszunahmen (g), Fettanteil (%), Fettgewebe (g), Magerweichgewebe (g), Knochenmineralgehalt (g) und Knochendichte (g/cm^2) sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Frühere Untersuchungen, die sich mit der Körperzusammensetzung und Fruchtbarkeit von Jungsauen beschäftigten, bezogen ihre Daten entweder aus Körperanalysen nach der Schlachtung (GAUGHAN et al., 1997; ROZEBOOM et al., 1995; WÄHNER et

al., 1993; WÄHNER et al., 1995), was aber die Erfassung späterer Wurfdaten unmöglich machte, oder aus Messungen der Rückenspeckdicke bzw. des Muskel-Speck-Verhältnisses (CECHOVA and TVRDON, 2006; GAUGHAN et al., 1997; NEWTON and MAHAN, 1993; PATTERSON et al., 2002; ROZEBOOM et al., 1996; WÄHNER et al., 1995). Rückenspeckdicke und Muskel-Speck-Verhältnis stellen jedoch keine direkten Parameter zur Ermittlung der Körperzusammensetzung dar. Mit Hilfe der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie war es in dieser Studie möglich, die Ganzkörperzusammensetzung *in vivo* vor der Eingliederung in den Produktionsablauf zu bestimmen und zu bewerten. Da der Scanvorgang eine nicht-invasive Untersuchungsmethode darstellt und somit für die Ganzkörperanalyse eine Schlachtung der zu untersuchenden Tiere nicht mehr notwendig war, konnten die Wurfergebnisse der Gruppe 1-Jungsauen mit erstem Wurf erfasst werden. Nun stellte sich die Frage, inwieweit die einzelnen Jungsauengruppen sich in Bezug auf ihre Körperzusammensetzung voneinander unterschieden. Insbesondere galt es zu klären, ob es überhaupt Unterschiede zwischen den für die Weiterzucht zugelassenen Jungsauen ohne und mit Wurf bzw. den Jungsauen ohne Zuchtzulassung gab.

Tabelle 5

Ergebnisse der Ganzkörperanalyse. Kleinste Quadrate Mittelwerte (LSM) und Standardschätzfehler der DXA-Messungen im Ganzkörpermodus für Sauengruppen 0, 1 und 2 (Results from body composition analysis. Least squares means (LSM) and standard errors of estimation from DXA measurements in the whole body modus for sow groups 0, 1 and 2)

	LTZ (g)	Fett (%)	Fett (g)	MWG (g)	BMC (g)	BMD (g/cm ²)
Gruppe 0	478,12 ^{ac} ± 16,65	20,57 ^a ± 1,28	18813 ^a ± 1304,96	64775 ^{ac} ± 2225,57	2791,35 ^{ac} ± 96,76	1,125 ^{ac} ± 0,024
Gruppe 1	509,92 ^b ± 14,66	22,22 ^b ± 1,11	21211 ^b ± 1107,03	67415 ^b ± 2051,34	2979,09 ^b ± 82,32	1,153 ^b ± 0,022
Gruppe 2	495,77 ^{bc} ± 16,45	20,09 ^a ± 1,28	18765 ^a ± 1286,32	66763 ^{bc} ± 2198,66	2877,44 ^{bc} ± 95,32	1,143 ^{bc} ± 0,024

LTZ = Lebendtageszunahmen, MWG = Magerweichgewebe, BMC = Knochenmineralgehalt, BMD = Knochenmineraldichte; LSM, die mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$).

LSM marked with different superscripts show significant differences ($p < 0,05$).

Die Ergebnisse der Lebendtageszunahmen (LTZ), ermittelt aus DXA Messungen, ähnelten erwartungsgemäß denen der LKV-Zunahmen. Zwischen der Gruppe 0 (478,12 g/Tag) und 1 (509,92) bestand ein signifikanter Unterschied. Zwar lagen die LTZ der Gruppe 2 (495,77) unter denen der Gruppe 1, waren statistisch jedoch nicht signifikant verschieden.

Interessant im Vergleich zu den LTZ waren die ermittelten Gesamtkörperfettwerte (Fett, %, g). Hier bestand ein signifikanter Unterschied nicht nur zwischen den Gruppen 1 (22,22% bzw. 21211g) und 0 (20,57% bzw. 18813g), sondern auch zwischen den Gruppen 1 und 2 (20,09% bzw. 18765g) und das, obwohl die errechneten LTZ (durch DXA und LKV) für diese Gruppen keine Signifikanzen zeigten. Somit ließ sich die Vermutung entkräften, Sauen der Gruppe 2 könnten während ihrer Aufzuchtphase verhaltener gefüttert worden sein als Sauen der Gruppe 1. Unerwartet war, dass die Gruppe 2, die als zuchttauglich beurteilt wurde, durchschnittlich ein halbes Prozent weniger Gesamtkörperfettgehalt bzw. 50 g weniger Gesamtkörperfett aufwies als die zuchtuntauglichen Tiere der Gruppe 0. Bedenkt man jedoch, dass neben der Gruppe 0 auch die Gruppe 2 keinen ersten Wurf produzierte, scheint hier ein direkter Zusammenhang zwischen dem Erreichen und dem Nicht-Erreichen des ersten Wurfs zu be-

stehen. Aufgrund dieser Ergebnisse kann geschlussfolgert werden, dass Sauen mit einem zu geringen Gesamtkörperfettgehalt nicht oder zumindest schlechter zu einem ersten Wurf kommen. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten auch WÄHNER et al. (1993), die in ihrer Arbeit zu dem Schluss kamen, dass sich ein höherer Fettgehalt im Tierkörper positiv auf die Ovaraktivität auswirkt und damit eine entscheidende Voraussetzung für eine hohe Fruchtbarkeit geschaffen wird. In einer weiteren Untersuchung des Muskel-Speck-Verhältnisses (ermittelt aus Rückenspeckdicke und Muskelstärke) stellten WÄHNER et al. (1995) fest, dass die Trächtigkeitsrate bei fetteren Tieren höher lag als bei mageren. Gleichzeitig zeigten Tiere mit höheren Werten in der Rückenspeckdicke eine größere Anzahl von Follikeln. NEWTON und MAHAN (1993) untersuchten die Reproduktionsleistungen von Jungsauen anhand unterschiedlicher Geburtsgewichtsklassen (120, 135 und 150 kg), erreicht durch verschiedene Futtermischungen. Bei ihnen zeigte eine prozentual höhere Anzahl von Sauen mit geringerem Körpergewicht keine Rausche oder fehlende Konzeption. Eine Aussage, die auch in dieser Studie zutraf. Ebenfalls konform zur vorliegenden Arbeit verliefen Untersuchungen von GAUGHAN et al. (1997), deren Ergebnisse auf Messungen der Rückenspeckdicke basierten. Bei Jungsauen mit mittlerer und hoher Rückenspeckdicke setzte die Pubertät signifikant ($p < 0,05$) früher ein (170 d) als bei Sauen mit geringerer Rückenspeckdicke (184 d). Des Weiteren zeigten spätere Schlachtergebnisse signifikant ($p < 0,05$) höhere Fettablagerungen bei Sauen, die in die Pubertät kamen.

PATTERSON et al. (2002) und ROZEBOOM et al. (1995) hingegen trafen eine gegenteilige Aussage. Während PATTERSON et al. (2002) die Auswirkung einer geringeren Wachstumsrate, erzielt durch verschiedene Futtermischungen, auf die sexuellen Abläufe bei Jungsauen untersuchte und zu dem Ergebnis kam, dass Wachstumsleistung oder Gewicht nicht den Beginn der sexuellen Reife bestimmen, untersuchten ROZEBOOM et al. (1995) die Körperzusammensetzung von Jungsauen beim Eintreten der Geschlechtsreife. Sie stellten beträchtliche Variationen in allen Messungen der Körperzusammensetzung (Gewicht, Rückenspeckdicke, Wasser-, Fett-, Protein- und Aschegehalt) fest und kamen zu dem Schluss, dass das Eintreten der Geschlechtsreife weder mit dem Erreichen eines bestimmten Körpergewichtes in Zusammenhang steht, noch mit der Anhäufung einer spezifischen Menge an Körpergewebe.

Magerweichgewebe (MWG), Knochenmineralgehalt (BMC) und Knochenmineraldichte (BMD) zeigten für alle drei Gruppen ein ähnliches Ergebnis. Die höchsten Werte zeigte die Jungsauengruppe 1 gefolgt von der Gruppe 2 und der Gruppe 0, die die niedrigsten Werte aufwies. Für alle drei Parameter bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen 0 und 1. Die DXA-Knochenmineralergebnisse geben einen Hinweis auf ein besseres Fundament der Gruppe 1 (mit Wurf), gegenüber den Gruppen 0 und 2 (ohne Wurf), wie es durch die Leistungsprüfung ermittelt wurde (Tab. 4).

Fruchtbarkeitsergebnisse

Für die Auswertung der Fruchtbarkeitsergebnisse wurden nur Tiere der Gruppe 1 erfasst, da nur diese zu einem ersten Wurf gelangten. Tab. 6 zeigt die Ergebnisse der Jungsauen-Gruppe 1 aufgelistet nach unterschiedlichen Elternrassen. Für jeden dieser Genotypen wurden Fruchtbarkeitsparameter, wie Anzahl geborener, totgeborener und aufgezogener Ferkel sowie Ferkelverluste ermittelt.

Tabelle 6

Kleinste Quadrate Mittelwerte (LSM) und Standardschätzfehler verschiedener Fruchtbarkeitsparameter, getrennt nach unterschiedlichen Genotypen (Elternrassen) [Least squares means (LSM) and standard errors of estimation for different litter performance parameters, separated according sow genotype (parent breeds)]

Elternrasse	Fe geboren	Fe totgeboren	Fe aufgezogen	Fe Verluste
DE	9,38 ± 0,88	0,25 ± 0,44 ^f	8,09 ± 1,00 ^{cd}	1,00 ± 0,36 ^{cd}
DL	9,04 ± 0,36	0,55 ± 0,18 ^{acdf}	7,89 ± 0,44 ^{cd}	0,55 ± 0,15 ^{bc}
Du	8,92 ± 0,72	1,25 ± 0,36 ^{bf}	6,78 ± 0,84 ^{bd}	0,83 ± 0,30 ^{cd}
Ha	9,00 ± 1,77	0 ± 0,89 ^{cdf}	7,94 ± 1,95 ^{cd}	1,00 ± 0,73 ^{cd}
Pi	9,36 ± 0,67	0,50 ± 0,34 ^{df}	8,52 ± 0,75 ^{cd}	0,29 ± 0,28 ^{bc}
SH	8,67 ± 1,44	2,33 ± 0,73 ^{be}	5,67 ± 1,59 ^{bd}	0,67 ± 0,60 ^{cd}
DL x DE	11,50 ± 1,25	0,75 ± 0,63 ^{bf}	9,94 ± 1,40 ^{ac}	0,75 ± 0,52 ^{cd}
Pi x Du	9,33 ± 1,44	2,33 ± 0,73 ^b	5,94 ± 1,60 ^{bd}	1,00 ± 0,60 ^{cd}
Pi x Ha	10,00 ± 0,79	0,80 ± 0,40 ^{bf}	7,78 ± 0,91 ^{cd}	1,50 ± 0,33 ^{ad}

DE = Deutsches Edelschwein, DL = Deutsche Landrasse, Du = Duroc, Ha = Hampshire, Pi = Pietrain, SH = Schwäbisch-Hällisches Landschwein, Fe = Ferkel (piglet);

LSM, die mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$).

LSM marked with different superscripts show significant differences ($p < 0,05$).

Zunächst wurde die Anzahl geborener Ferkel verglichen. Eine besonders hohe Anzahl erreichte die Elternrasse DL x DE mit durchschnittlich 11,5 Ferkeln, gefolgt von der Kreuzung Pi x Ha mit 10 Ferkeln. Die geringsten Ergebnisse erzielten die Genotypen Du (8,92) und SH (8,67). Bei allen anderen Genotypen lag die Wurfgröße zwischen 9 und 9,5 Ferkeln. Zwischen den einzelnen Genotypen traten keine statistisch signifikanten Unterschiede auf, jedoch waren rassenspezifische Unterschiede deutlich erkennbar. Allerdings war die Tierzahl bei den Elternrassen Ha mit nur zwei Tieren, sowie Pi x Du und SH mit drei Tieren sehr gering.

Bei der Anzahl totgeborener Ferkel fiel besonders das Ergebnis der Elternrasse Ha auf, bei denen keine totgeborenen Ferkel auftraten. Ebenfalls eine niedrige Totgeburtenzahl hatten die Rassen DE (0,25), Pi (0,5) und DL (0,55). Hohe Geburtsverlusten mit 2,33 Ferkeln wiesen hingegen die Sauen der Genotypen Pi x Du und SH auf. Zwischen den genannten Genotypen traten wie in Tabelle 6 ersichtlich, signifikante Unterschiede in der Anzahl totgeborener Ferkel auf.

Die höchste Zahl aufgezogener Ferkel erzielte der Genotyp DL x DE mit 9,94 Ferkeln. Dieser Genotyp erreichte statistisch signifikant bessere Aufzuchtleistungen als die Genotypen Du, Pi x Du und SH. Die schlechtesten Ergebnisse mit unter 6 Ferkeln im ersten Wurf lieferten die Sauengenotypen Pi x Du (5,94) und SH (5,67). Jedoch sind hier die geringen Tierzahlen der Sauengenotypen Pi x Du und SH zu berücksichtigen.

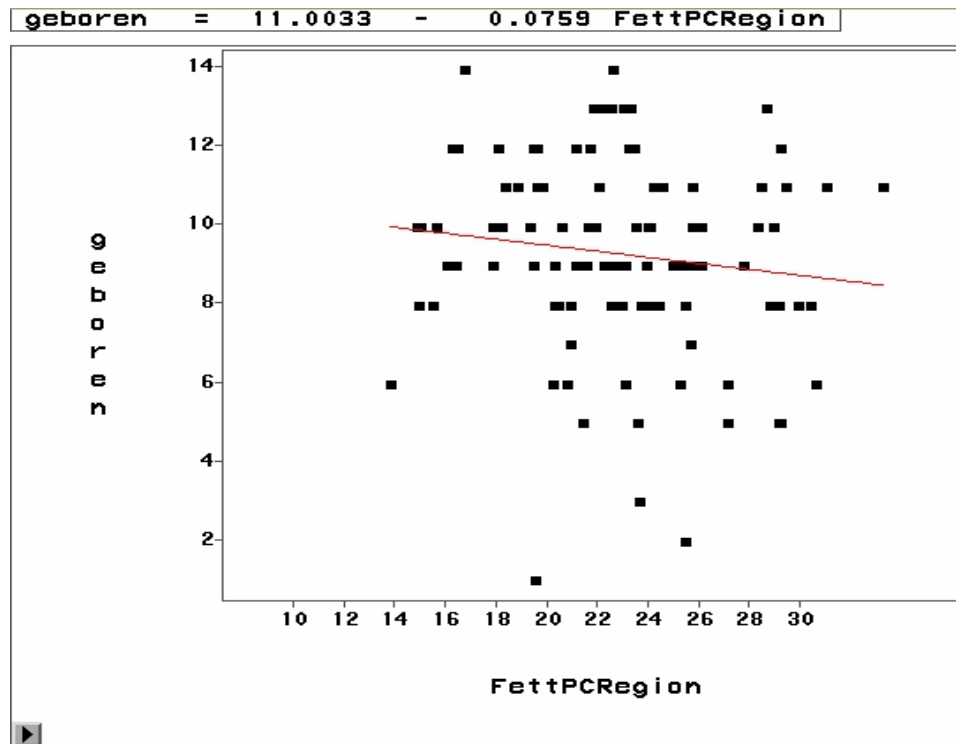
Die Verlustzahl spiegelte die Anzahl Ferkel wieder, die während der Ferkelaufzuchtphase bis zum Erreichen des Absatzgewichtes starben. Bei den Sauengenotypen Pi und DL war die Verlustrate mit 0,29 und 0,55 sehr gering. Die durchschnittliche Verlustzahl für die meisten Gruppen betrug zwischen 0,75 und 1 Ferkel. Nur der Genotyp Pi x Ha lag mit 1,5 Verlustferkeln über diesen Werten. Die statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Genotypen Pi x Ha und Pi bzw. DL unterstrichen dieses Ergebnis.

Vergleich von DXA-Körperfettgehalt und Wurfgröße

Um Rückschlüsse von der Körperzusammensetzung auf die Wurfgröße ziehen zu können, wurde für alle Jungsauen der Jungsauengruppe 1 die Beziehung zwischen der Anzahl geborener Ferkel und dem DXA-Fettgehalt (%) in der Abb. 2 dargestellt. Jungsauen mit einem Gesamtkörperfettgehalt von 14–16 Prozent brachten im Durchschnitt zehn Ferkel zur Welt, während die Wurfgröße bei Jungsauen mit ≥ 30 Prozent Körper-

fettgehalt mit neun Ferkeln im Durchschnitt um ein Ferkel geringer ausfiel. Gleichzeitig wurde deutlich, dass Jungsauen mit jedem steigenden Prozent Gesamtkörperfettgehalt über 14 Prozent 0,076 Ferkel weniger zur Welt brachten. Obgleich biologisch relevant, war das Ergebnis statistisch nicht signifikant. Es zeigte sich jedoch tendenziell, dass die sehr fetten Sauen mit der Wurfgröße gegenüber den mageren Tieren leicht im Nachteil waren. Untersuchungen von ROZEBOOM et al. (1996) zeigten jedoch keinen großen Effekt der Körperzusammensetzung (gemessen wurden Gewicht und Rückenspeckdicke) auf die Reproduktionsleistungen von Jungsauen. Auch NEWTON und MAHAN (1993) stellten zwischen ihren Geburtsgewichtsklassen keine Unterschiede in der Anzahl lebend- oder totgeborener Ferkel fest. Ergebnisse von WÄHNER et al. (1995) sahen sogar einen Vorteil zu Gunsten der Jungsauen mit einem höheren Körperfettgehalt. Ihre Untersuchung des Muskel-Speck-Verhältnisses ergab eine höhere Anzahl geborener Ferkel bei fetteren Tieren, dies war allerdings nicht signifikant. Ein signifikant ($p < 0,05$) höheres Ergebnis brachte jedoch der Vergleich lebend geborener Ferkel je 100 Erstbesamungen zwischen Sauen mit mittlerem oder darüber liegenden Muskel-Speck-Verhältnis gegenüber Tieren mit sehr geringem Fettanteil im Körper. Eine ähnliche Aussage trafen GAUGHAN et al. (1997), indem sie feststellten, dass Jungsauen mit einer geringen Rückenspeckdicke signifikant weniger Follikel (durchschnittlich 13) aufwiesen, als Tiere mit mittlerer (19 Follikel) oder hoher (18 Follikel) Rückenspeckdicke. Auch CECHOVA und TVRDON (2006), die die Beziehung zwischen der Rückenspeckdicke und den Reproduktionsmerkmalen bei Tschechischen Large White Sauen untersuchten, kamen in ihrer Arbeit zu dem Ergebnis, dass Sauen mit einer größeren Rückenspeckdicke Würfe mit einer höheren Anzahl lebend geborener und abgesetzter Ferkel produzierten.

Eine Sonderstellung im Vergleich zu den in dieser Studie ermittelten Fruchtbarkeitsergebnissen europäischer bzw. amerikanischer Schweinerassen nehmen chinesische Schweinerassen ein, die einen sehr hohen Körperfettgehalt und gleichzeitig eine besonders hohe Fruchtbarkeit aufweisen. In einer Untersuchung von WHITE et al. (1993) wurden Fruchtbarkeitsparameter von chinesischen Meishan- und europäischen Yorkshire-Jungsauen verglichen. Die Sauen der Rasse Meishan erzielten mit durchschnittlich 12,4 Ferkeln eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Wurfgröße als die Sauen der Rasse Yorkshire mit 7,4 Ferkeln. Zu dem gleichen Ergebnis gelangten GALVIN et al. (1993). Sie stellten signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) in der Anzahl von Embryonen am 20.-22. Tag der Trächtigkeit zwischen Meishan-Sauen (23,4 Embryonen) und europäischen Large-White-Sauen (15,2 Embryonen) fest. YOUNG (1995) untersuchte die Reproduktionsleistungen von F1-Jungsauen die zu 50% chinesische Rasseanteile (Meishan, Fengjing, Minzhu) oder Duroc und zu 50% europäische Landrasse enthielten. Er gelangte zu dem Ergebnis, dass alle drei chinesische Kreuzungsrassen signifikant ($p < 0,05$) größere Würfe hatten als die Duroc-Kreuzungen. Eine weitere Analyse von YOUNG (1998) zeigte, dass Kreuzungssauen die zu $\frac{1}{4}$ chinesische Rasseanteile (Meishan, Fengjing, Minzhu) enthielten, ebenfalls größere Würfe hatten als Jungsauen mit $\frac{1}{4}$ Duroc-Rasseanteil. Allerdings trat nur zwischen den Kreuzungsrassen Fengjing und Duroc ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) auf.



$r = 0,12$; $p = 0,17$; geboren = Anzahl geborener Ferkel; FettPCRegion = prozentualer Körperfettgehalt

Abb. 2: Beziehung zwischen Anzahl geborener Ferkel und DXA-Fett (%) von Jungsauen (Relation between number of piglets born and DXA fat (%) of gilts)

Der Zusammenhang zwischen dem individuellen Körperfettgehalt von Jungsauen und der Wurfgröße ist züchterisch von besonderem Interesse. In der vorliegenden Untersuchung fiel auf, dass Tiere der Rasse Schwäbisch-Hällisches Landschwein einen sehr hohen Gesamtkörperfettgehalt (27,16%) aufwiesen und die Rasse Duroc sehr mager (18,75%) war. Genau diese beiden Rassen hatten die geringsten Wurfgrößen, während Sauen mit mittlerem Gesamtkörperfettgehalt die besten Wurfsergebnisse erzielten. Diese Aussage ähnelt den bereits erwähnten Untersuchungsergebnissen von GAUGHAN et al. (1997). WÄHNER et al. (2001) bzw. JOHN et al. (2001) untersuchten den Einfluss der Wachstumsintensität (gemessen durch Lebendtageszunahmen) und der Seitenspeckdicke auf die Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen von Jungsauen. Sie kamen in ihrer Arbeit zu dem Ergebnis, dass Jungsauen mit mittleren Lebendtageszunahmen die besten Reproduktionsergebnisse erzielten, während Jungsauen mit sehr hohen Zunahmen generell geringere Aufzuchtleistungen erbrachten. Außerdem zeigte sich ein positiver Effekt einer zunehmenden Seitenspeckdicke auf die Reproduktionsergebnisse. Allerdings wirkte sich eine Überkonditionierung der Jungsauen bis zum Besamungszeitpunkt negativ auf die Reproduktionsleistung aus. NEWTON und MAHAN (1993) stellten fest, dass sich die Ferkelsterblichkeit mit steigendem Geburtsgewicht signifikant ($p < 0,01$) erhöht. Auch in Bezug auf die Ferkelsterblichkeit (totgeborene Ferkel + Ferkelverluste) lag das Schwäbisch-Hällische Landschwein mit durchschnittlich drei Ferkeln pro Wurf an der Spitze aller untersuchten Sauengenotypen. Inwieweit sich ein „idealer Körperfettgehalt“ bei Jungsauen in Abhängigkeit von der Rasse eingrenzen lässt, sollte in weiterführenden Untersuchungen geprüft werden.

Literatur

- BÖTTINGER, M.:
Untersuchung des Einflusses verschiedener Produktionssysteme auf das Wachstum beim Schwein unter Verwendung der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie zur Messung von Fett, Magerweichgewebe und Knochenmineralansatz. Diss., Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München, 2005
- CECHOVA, M.; TVRDON, Z.:
Relationships between back fat thickness and parameters of reproduction in Czech Large White sows. Arch. Tierz., Dummerstorf **49** (2006), 363-369
- GALVIN, J.M.; WILMUT, I.; DAY, B.N.; RITCHIE, M.; THOMSON, M.; HALEY, C.S.:
Reproductive performance in relation to uterine and embryonic traits during early gestation in Meishan, large white and crossbred sows. J. Reprod. Fertil., **98** (1993) 2, 377-384
- GAUGHAN, J.B.; CAMERON, R.D.; DRYDEN, G.M.; YOUNG, B.A.:
Effect of body composition at selection on reproductive development in large white gilts. J. Anim. Sci., **75** (1997), 1764-1772
- JOHN, A.; WÄHNER, M.; HOFFMEYER, C.:
Zum Einfluss des Wachstums und der Seitenspeckdicke auf die Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistung von Jungsauen. 2. Mitteilung: Beziehung zwischen den Merkmalen und Diskussion. Arch. Tierz., Dummerstorf **44** (2001), 277-290
- KOO, W.W.; HAMMAMI, M.; HOCKMAN, E.M.:
Use of fan beam dual energy x-ray absorptiometry to measure body composition of piglets. J. Nutr., **123** (2002), 1380-1383
- LUKASKI, H.C.; MARCHELLO, M.J.; HALL, C.B.; SCHAFER, D.M.; SIDERS, W.A.:
Soft tissue composition of pigs measured with dual x-ray absorptiometry: comparison with chemical analyses and effects of carcass thicknesses. Nutrition, **15** (1996), 697-703
- MITCHELL, A.D.; CONWAY, J.M.; SCHOLZ, A.M.:
Incremental changes in total and regional body composition of growing pigs measured by dual-energy x-ray absorptiometry. Growth Dev. Aging, **60** (1996), 95-105
- MITCHELL, A.D.; SCHOLZ, A.M.:
Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) analysis of growth and composition of pigs of different ryanodine receptor genotypes. Arch. Tierz., Dummerstorf **40** (1997), 47-56
- MITCHELL, A.D.; SCHOLZ, A.M.; CONWAY, J.M.:
Body composition analysis of pigs from 5 to 97 kg by dual-energy x-ray absorptiometry. Appl. Radiat. Isot., **49** (1998), 521-523
- MITCHELL, A.D.; SCHOLZ, A.M.; PURSEL, V.G.:
Dual-energy X-ray absorptiometry measurements of the body composition of pigs of 90- to 130 kilograms body weight. Ann. N.Y. Acad. Sci., **904** (2000), 85-93
- MITCHELL, A.D.; SCHOLZ, A.M.:
Techniques for Measuring Body Composition of Swine. (Chapter 41). In: Swine Nutrition 2nd Edition (Ed.: A.J. Lewis and L. Lee Southern), CRC Press, Boca Raton, FL, USA (2001), 917-960
- MITCHELL, A.D.; SCHOLZ, A.M.; PURSEL, V.G.:
Prediction of the in vivo Body Composition of Pigs Based on Cross-Sectional Region Analysis of Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) Scans. Arch. Tierz., Dummerstorf **45** (2002), 535-545
- MÜLLER, S.; POLTEN, D.C.:
Vergleichsuntersuchungen zur Ultraschall-Speckdickenmessung beim Schwein im Rahmen der Eigenleistungsprüfung. Arch. Tierz., Dummerstorf **47** (2004), 249-263
- NEWTON, E.A.; MAHAN, D.C.:
Effect of initial breeding weight and management system using a high-producing sow genotype on resulting reproductive performance over three parities. J. Anim. Sci., **71** (1993), 1177-1186
- PATTERSON, J.L.; BALL, R.O.; WILLIS, H.J.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R.:
The effect of lean growth rate on puberty attainment in gilts. J. Anim. Sci., **80** (2002), 1299-1310
- PIETROBELLI, A.C.; FORMICA, C.; WANG, Z.; HEYMSFIELD, S.B.:
Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. Am. J. Physiol., **271** (1996), E941-E951
- ROZEBOOM, D.W.; PETTIGREW, J.E.; MOSER, R.L.; CORNELIUS, S.G.; EL KANDELGY, S.M.:
Body composition of gilts at puberty. J. Anim. Sci., **73** (1995), 2524-2531
- ROZEBOOM, D.W.; PETTIGREW, J.E.; MOSER, R.L.; CORNELIUS, S.G.; EL KANDELGY, S.M.:
Influence of gilt age and body composition at first breeding on sow reproductive performance and longevity. J. Anim. Sci., **74** (1996), 138-150
- SCHNURRBUSCH, U.:
Bedeutung des Körperfettes für die Fruchtbarkeit von Sauen. Großtierpraxis, **6** (2005) 11, 6-12
- SCHOLZ, A.M.:

- In-vivo-Methoden zur Analyse von Muskelstoffwechsel und Körperzusammensetzung beim Schwein unter besonderer Berücksichtigung genetischer Einflüsse. Habilitationsschrift, Institut für Tierzucht der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2002
- SCHOLZ, A.M.; SOFFNER, P.; LITTMANN, E.; PESCHKE, W.; FÖRSTER, M.:
Genauigkeit der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA) zur Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung von Schweinehälften (kalt, 30-39 kg) anhand der EU Referenzzzerlegung. Züchtungskunde, **74** (2002), 376-391
- SVENDSEN, O.L.; HAARBO, J.; HASSAGER, C.; CHRISTIANSEN, C.:
Accuracy of measurements of body composition by dual-energy x-ray absorptiometry in vivo. Am. J. Clin. Nutr., **57** (1993), 605-608
- WÄHNER, M.; ENGELHARDT, S.; SCHNURRBUSCH, U.; GOTTSCHALK, J.; SCHARFE, St.;
PFEIFFER, H.:
Beziehung zwischen dem Fleisch-Fettansatz und den Konzentrationen von 17-β-Östradiol bzw. Progesteron in der Follikelflüssigkeit sowie im Muskel- und Fettgewebe bei weiblichen Schweinen. Züchtungskunde, **65** (1993), 382-393
- WÄHNER, M.; ENGELHARDT, S.; SCHNURRBUSCH, U.; PFEIFFER, H.:
Beziehung zwischen Kriterien des Fleisch- bzw. Fettansatzes und den 17β-Östradiol- bzw. Progesteronkonzentrationen in der Follikelflüssigkeit, im Muskel- und Fettgewebe, der Ovulationspotenz sowie der Fruchtbarkeitsleistung von Jungsauen. Arch. Tierz., Dummerstorf **38** (1995), 187-197
- WÄHNER, M.; JOHN, A.; HOFFMEYER, C.:
Zum Einfluss des Wachstums und der Seitenspeckdicke auf die Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistung von Jungsauen. 1. Mitteilung: Vergleich der Merkmale Wachstum, Seitenspeckdicke, Fruchtbarkeit und Aufzuchtleistungen. Arch. Tierz., Dummerstorf **44** (2001), 157-166
- WHITE, B.R.; MCLAREN, D.G.; DZIUK, P.J.; WHEELER, M.B.:
Age at puberty, ovulation rate, uterine length, prenatal survival and litter size in Chinese Meishan and Yorkshire females. Theriogenology, **40** (1993), 85-97
- YOUNG, L.D.:
Reproduction of F1 Meishan, Fengjing, Minzhu and Duroc gilts and sows. J. Anim. Sci., **73** (1995), 711-721
- YOUNG, L.D.:
Reproduction of ¾ White Composite and ¼ Duroc, ¼ Meishan, ¼ Fengjing or ¼ Minzhu gilts and sows. J. Anim. Sci., **76** (1998), 1559-1567

Eingegangen: 18.08.2006

Akzeptiert: 24.10.2006

Anschrift der Verfasser

HENNING HOFFSCHULTE, Priv.-Doz. Dr. ARMIN M. SCHOLZ*
Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München
Sankt Hubertusstraße 12
D-85764 OBERSCHLEIBHEIM

*Autor für Korrespondenz, E-Mail: Armin.Scholz@lvg.vetmed.uni-muenchen.de

4. Diskussion

4.1. LKV-Ergebnisse

Die Auswertung der Eigenleistungsprüfung (siehe Tab. 4 der Publikation, S. 41) brachte einige überraschende Ergebnisse zwischen den drei gebildeten Jungsauengruppen (0, 1 und 2).

Die Unterschiede zwischen der zuchtuntauglichen Gruppe (0) und den zur Zucht zugelassenen Jungsauen (1 und 2) hinsichtlich der Lebendtageszunahmen und dem daraus resultierenden Gewicht zeigten sehr schnell und deutlich, woran es den Gruppe 0 Sauen mangelte. Nicht nur die Zunahmen, sondern auch das Gewicht zeigte deutliche Unterschiede zur Gruppe 2 und statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zur Gruppe 1. TUMMARUK et al. (2001), die unter anderem die Wachstumsrate von Jungsauen bis 100 kg Lebendmasse beurteilten, fanden heraus, dass Jungsauen mit höheren Wachstumsraten eine signifikant höhere Wurfgröße ($p < 0,05$), ein kürzeres Intervall vom Absetzen bis zur ersten Rausche ($p < 0,05$) und eine höhere Abferkelrate ($p < 0,05$) erreichten als Jungsauen mit einer geringeren Wachstumsrate. Betrachtet man außerdem die Zuchtuntauglichkeitsursachen für die Jungsauen der Gruppe 0 (siehe Tab. 2 der Publikation, S. 39), so zeigt sich, dass das zum Ausschluss führende Hauptkriterium, die fehlenden Rauscheerscheinungen waren. Diese stehen offensichtlich mit einem geringen Körpergewicht direkt in Verbindung. Auch NEWTON und MAHAN (1993), die die Reproduktionsleistungen von Jungsauen untersuchten, stellten bei einer prozentual höheren Anzahl von Jungsauen mit geringerem Körpergewicht fehlende Rauscheerscheinungen fest.

Aus züchterischer Sicht waren die Messergebnisse des Speckmaßes B (SpB) und des Muskelfleischanteils (MFA) von besonderer Bedeutung. Überraschenderweise wies die Gruppe 0 das höchste SpB und den niedrigsten MFA aller drei Gruppen auf und brachte somit die besten Voraussetzungen für gute Reproduktionsleistungen mit (GAUGHAN et al., 1997). Bedenkt man aber, dass die Gruppe 0 aufgrund geringer

Zuchttauglichkeit oder fehlender Rauscheerscheinungen für zuchtuntauglich erklärt wurde, so lässt sich vermuten, dass allein die erfassten Werte für SpB und MFA nichts über die Zuchttauglichkeit einer Jungsau aussagen. Betrachtet man allerdings die durchschnittlichen Körpergewichtswerte der einzelnen Jungsauengruppen zum Zeitpunkt der Eigenleistungsprüfung, so scheint es, als wenn das Körpergewicht ein besseres Kriterium zur Beurteilung der Zuchttauglichkeit darstellt als das SpB bzw. der MFA.

Fundament, Bemuskelung und Exterieur wurden von einer Testperson des LKV (subjektiv) beurteilt und waren somit nur unter Vorbehalt auszuwerten.

Beim Fundament schnitt die Jungsauengruppe 1 am besten ab, während sich die Gruppen 0 und 2 nur gering voneinander unterschieden. Betrachtet man allerdings die einzelnen Gründe für Zuchtuntauglichkeit der Gruppe 0 (siehe Tabelle 2 der Publikation, S. 39), so wird deutlich, dass nur eine Jungsau ein so schlechtes Fundament hatte, dass dies zu einem Zuchtausschluss führte. Interessant war das Ergebnis der Bemuskelungsbewertung. Subjektiver Einschätzung zufolge war die Gruppe 1 am geringsten bemuskelt und wies somit im Umkehrschluss einen eher höheren Körperfettgehalt auf. Allerdings wurde genau diese Gruppe nach Messungen von SpB und MFA tendenziell magerer als Gruppe 0 beurteilt. Im Exterieur unterschieden sich die Gruppen 1 und 2 nicht. Auch hier wurde die zuchtuntaugliche Gruppe 0 am schlechtesten bewertet. Insgesamt führten aber weder die Exterieurbewertung noch die Bemuskelungsbewertung zu einem Zuchtausschluss einer Jungsau der Gruppe 0.

Fasst man die Ergebnisse der linken und rechten Seiten zusammen, so lag die Zitzenanzahl der Gruppe 1 und Gruppe 2 sehr eng beieinander, während die Gruppe 0 deutlich dahinter lag. Dies war unter anderem ein Grund dafür, dass einzelne Tiere der Gruppe 0 nicht für die Zucht zugelassen wurden.

Unerwartete Ergebnisse lieferte die Auswertung des Selektionsindex. Statistisch nicht signifikant, aber dennoch eindeutig erkennbar, hatten die Sauen der Gruppe 0 den höchsten Index. Deutlich dahinter lagen die Gruppen 1 und 2. Ähnlich verhielt es sich beim Zuchtwert. Die Jungsauen mit erstem Wurf (Gruppe 1) wiesen den geringsten Zuchtwert auf, während alle Sauen, die ohne Wurf blieben (Gruppen 0 und 2) einen wesentlich höheren Zuchtwert erhielten. Statistisch gesehen traten beim Zuchtwert sogar signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen der Gruppe 1 und 2 auf. Schlussfolgernd lässt sich erkennen, dass tendenziell Sauen mit höherem Index- bzw. Zuchtwert nicht zur Zucht zugelassen werden, während Sauen mit durchschnittlichem Index und Zuchtwert zumindest einen ersten Wurf produzieren. Des Weiteren lässt sich die Aussage treffen, dass erwartungsgemäß eine Selektion nach Eigenleistungsprüfungsindex und Zuchtwert nichts über die spätere Fruchtbarkeit einer Jungsau aussagt.

4.2. DXA-Ergebnisse

Eine neue Möglichkeit zur In-vivo-Bestimmung der Ganzkörperzusammensetzung von Jungsauen fand in dieser Studie Verwendung. Mit Hilfe der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie wurden erstmalig die Mengenanteile der Körpergrundgewebe (Fettgewebe, Magerweichgewebe und Knochenmasse) zur Beurteilung der Körperkonstitution von Zuchtsauen vor ihrer Eingliederung in den Produktionsablauf gemessen und bewertet. Dass DXA eine sehr gut geeignete nicht-invasive Methode zur Erfassung der Körperzusammensetzung beim Schwein darstellt, hat sich bereits in vielen vorangegangenen Untersuchungen gezeigt (BÖTTINGER, 2005; KOO et al., 2002; LUKASKI et al., 1999; MITCHELL et al., 1996; 1998; 1998; 2000; 2002; MITCHELL und SCHOLZ, 1997; SCHOLZ, 2002; SCHOLZ et al., 2002; SOFFNER, 2003; SVENDSEN et al., 1993). Frühere Studien, die sich mit der Körperzusammensetzung und Fruchtbarkeit von Jungsauen beschäftigten, bezogen ihre Daten entweder aus

Körperanalysen nach der Schlachtung (GAUGHAN et al., 1997; ROZEBOOM et al., 1995; WÄHNER et al., 1993; WÄHNER et al., 1995), was aber die Erfassung späterer Wurfdaten unmöglich machte, oder aus Messungen der Rückenspeckdicke bzw. des Muskel-Speck-Verhältnisses (CHECHOVA and TVRDON, 2006; GAUGHAN et al., 1997; NEWTON and MAHAN, 1993; PATTERSON et al., 2002; ROZEBOOM et al., 1996; WÄHNER et al., 1995). Allerdings konnte mit Hilfe der Parameter Rückenspeckdicke und Muskel-Speck-Verhältnis immer nur indirekt auf die Gesamtkörperzusammensetzung geschlossen werden. Da der DXA-Scanvorgang eine nicht-invasive Untersuchungsmethode darstellt und somit für die Ganzkörperanalyse eine Schlachtung der zu untersuchenden Tiere nicht mehr notwendig war, konnten neben der Körperzusammensetzung auch die Wurf Ergebnisse derselben Tiere (Jungsauen der Gruppe 1) erfasst werden.

Nun stellte sich die Frage, inwieweit sich die einzelnen Jungsauengruppen in Bezug auf ihre Körperzusammensetzung voneinander unterschieden. Insbesondere galt es zu klären, ob es überhaupt Unterschiede zwischen den für die Weiterzucht zugelassenen Jungsauen ohne und mit Wurf bzw. den Jungsauen ohne Zuchtzulassung gab.



Abb. 4.1: Scanvorgang einer anästhesierten Jungsau

Ergebnisse der DXA-Ganzkörperanalyse sind in Tabelle 5 der Publikation (S. 42) aufgeführt.

Die mit Hilfe von DXA ermittelte Lebendtageszunahme (LTZ) zeigte ebenfalls den höchsten Wert bei der Jungsauengruppe 1, gefolgt von den Gruppen 2 und 0. Ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) bestand nur zwischen der Gruppe 1 und 0. Da die LTZ der Gruppe 2 nur geringfügig und statistisch nicht signifikant niedriger war als die der Gruppe 1, ließ sich die Vermutung entkräften, Sauen der Gruppe 2 könnten während ihrer Aufzuchtphase verhaltener gefüttert worden sein als Sauen der Gruppe 1.

Von besonderem Interesse waren die durch DXA erhaltenen Gesamtkörperfettwerte (Fett, %, g). Es zeigten sich nicht nur signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Jungsauengruppen 1 und 0 (wie nach den LTZ zu erwarten), sondern auch zwischen den Gruppen 1 und 2 und das obwohl die errechneten LTZ zwischen diesen Gruppen keinen signifikanten Unterschied anzeigten. Der direkte Vergleich der Gruppen 0 (zuchtuntauglich beurteilt) und 2 (zuchttauglich beurteilt) zeigte zudem durchschnittlich ein halbes Prozent weniger Gesamtkörperfettgehalt bzw. 50 g weniger Gesamtkörperfett der Gruppe 2 gegenüber der Gruppe 0. Bedenkt man jedoch, dass neben der Gruppe 0 auch die Gruppe 2 keinen ersten Wurf produzierte, scheint hier ein direkter Zusammenhang zwischen dem Erreichen und dem Nicht-Erreichen des ersten Wurfs zu bestehen. Folglich kommen Jungsauen mit einem zu geringen Gesamtkörperfettgehalt nicht oder zumindest schlechter zu einem Wurf. Diese These bestätigen Aussagen von SCHNURRBUSCH (2005): Besonders wichtig ist ein ausreichender Anteil von Fett für den Eintritt der Pubertät bei Jungsauen. Die Geschlechtsreife tritt erst ein, wenn eine Mindestmenge an Fettgewebe vorhanden ist. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangten WÄHNER et al. (1993 und 1995). Für sie war ein höherer Fettgehalt im Tierkörper die Grundvoraussetzung für eine positive Ovaraktivität und damit auch für eine hohe Fruchtbarkeit (WÄHNER et al.,

1993). Des weiteren stellten sie fest, dass die Trächtigkeitsrate bei Tieren mit einem höheren Fettgehalt höher lag als bei magereren und gleichzeitig die Tiere mit größerer Rückenspeckdicke eine größere Anzahl von Follikeln aufwiesen (WÄHNER et al., 1995). Ergebnisse einer Arbeit von GAUGHAN et al. (1997) zeigten signifikant ($p < 0,05$) höhere Fettablagerungen bei geschlachteten Sauen, die in die Pubertät kamen, gegenüber Jungsauen die ohne Rauscheerscheinungen blieben. Vorherige Messungen der Rückenspeckdicke ergaben, dass die Pubertät bei Jungsauen mit mittlerer und hoher Rückenspeckdicke signifikant ($p < 0,05$) früher einsetzte (170 d), als bei Sauen mit geringerer Rückenspeckdicke (184 d). Eine Aussage, die auch in der vorliegenden Studie zutraf. NEWTON und MAHAN (1993) untersuchten die Reproduktionsleistungen von Jungsauen anhand unterschiedlicher Geburtsgewichtsklassen und kamen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass eine prozentual höhere Anzahl von Sauen mit geringerem Körpergewicht keine Rausche oder fehlende Konzeption zeigte.

Zu gegenteiligen Ergebnissen gelangten ROZEBOOM et al. (1995), die die Körperzusammensetzung von Jungsauen beim Eintreten der Geschlechtsreife untersuchten. In allen Messungen des Gewichts, der Rückenspeckdicke sowie des Wasser-, Fett-, Protein- und Aschegehalts traten beträchtliche Variationen auf. Sie trafen daher die Aussage, dass das Eintreten der Geschlechtsreife weder mit dem Erreichen eines bestimmten Körpergewichtes in Zusammenhang steht, noch mit der Anhäufung einer spezifischen Menge an Körpergewebe. Auch PATTERSON et al. (2002), die die Auswirkung einer geringeren Wachstumsrate, erzielt durch verschiedene Futtermischungen, auf die sexuellen Abläufe bei Jungsauen untersuchten, kamen zu dem Ergebnis, dass Wachstumsleistung oder Gewicht nicht den Beginn der sexuellen Reife bestimmen.

Die durch DXA ermittelten Ergebnisse für Magerweichgewebe (MWG), Knochenmineralgehalt (BMC) und Knochenmineraldichte (BMD) zeigten die höchsten Werte bei der Gruppe 1, die auch als einzige zu einem ersten Wurf gelangte. Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

traten für alle drei Parameter zwischen der Gruppe 1 und 0 auf, während die Gruppe 2 sich zwischen den Werten der beiden anderen Gruppen einordnete. Die Ergebnisse von BMC und BMD geben einen Hinweis auf ein besseres Fundament der Jungsauengruppe 1 (mit Wurf), gegenüber den Gruppen 0 und 2 (ohne Wurf). Ein ähnliches Ergebnis lieferte die Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung. Das LKV vergab die höchste Fundamentnote an die Jungsauengruppe mit Wurf (Gruppe 1), wie in Tabelle 4 der Publikation ersichtlich (S. 41).

4.3. Vergleich von DXA- und LKV-Ergebnissen

Die ermittelten Lebendtageszunahmen (LTZ) durch DXA (Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie) und LKV (Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern) zeigten ähnliche Ergebnisse. Die gleichermaßen festgestellten signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen 1 und 0 zeugen von einer guten Messgenauigkeit beider Methoden. Die durch DXA im Durchschnitt etwas niedriger eingeschätzten LTZ lassen sich darauf zurückführen, dass DXA das Gesamtgewicht der untersuchten Jungsauen leicht unterschätzte. Die Ursache für diese Unterschätzung lag in der an einigen Körperregionen (speziell Schulter und Hals- bzw. Brustwirbelsäule) auftretenden Knochen- und Körperdicke bzw. -dichte die von dem DXA-Scanner aufgrund der zu starken Schwächung der Röntgenstrahlung nicht mehr erfasst werden konnte.

Subjektiver Einschätzung zufolge wies die Gruppe 1 (mit Wurf) durchschnittlich die geringste Bemuskelung auf, was im Umkehrschluss auf einen eher höheren Körperfettgehalt schließen lässt. Allerdings wurde vom LKV genau diese Gruppe nach Ultraschallmessungen des Speckmasses B (SpB) und des Muskelfleischanteils (MFA) tendenziell magerer als Gruppe 0 (ohne Wurf) beurteilt (siehe Tab. 4 der Publikation, S. 41). Die DXA-Ganzkörperanalyse bestätigte jedoch die subjektive Einschätzung mit den Ergebnissen der Fettgewebmessungen (% g, siehe Tab. 5 der Publikation, S. 42). Auch hier verzeichnete die Gruppe 1

die höchsten Gesamtkörperfettwerte aller drei Untersuchungsgruppen, während die Gruppe 0 (vom LKV nach SpB und MFA als die fettreichste beurteilt) statistisch signifikant die geringsten Körperfettwerte (% , g) aufwies. Für den Betrachter stellt sich nun die Frage, ob die Erfassung allein des SpB und des MFA eine ausreichend genaue Methode darstellt, um auf die Körperzusammensetzung zu schließen. Denn scheinbar, entspricht die subjektive Beurteilung eher der tatsächlichen Körperzusammensetzung als die Schätzung des Körperfettgehaltes über indirekte Parameter wie z. B. Ultraschallmessungen der Rückenspeckdicke bzw. des Muskel-Speck-Verhältnisses.

Der Schweinezüchter stellt verständlicherweise hohe Ansprüche an die Leistungsprüfung seiner Tiere. Allerdings zeigen die Ergebnisse dieser Studie, dass die zum jetzigen Zeitpunkt eingesetzten Untersuchungsverfahren diesen Erwartungen teilweise noch nicht gerecht werden.

Ein wichtiger Aspekt bei der Durchführung einer Leistungsprüfung ist der Kosten-Nutzen-Faktor. Die Einführung einer neuen Untersuchungsmethode von Jungsauen oder –ebren (wie zum Beispiel der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie [DXA], der Magnet-Resonanz-Tomographie [MRT] oder der Computertomographie [CT]) wäre mit höheren Kosten verbunden. Der Vorteil eines solchen kostenintensiveren Verfahrens wäre jedoch die direkte und somit genauere Ermittlung der Körperzusammensetzung als bisher. Da aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine Prüfung aller Zuchttiere mit aufwendigen und teuren Untersuchungsmethoden nur schwer zu verwirklichen wäre, wäre es jedoch möglich, die aus züchterischer Sicht genetisch besonders wertvollen Tiere innerhalb einer Rasse oder Speziallinie (Nukleuszuchten) mit einer teureren Diagnostik zu untersuchen (CT oder MRT / DXA). Weniger wertvolle Zuchttiere (die Masse aller zu prüfenden Tiere) könnten weiterhin einer ultraschallgestützten Leistungsprüfung (möglichst mit bildgebender Diagnostik) unterzogen werden. So könnte sowohl im Sinne der Schweinezüchter und der für die Durchführung zuständigen Zuchtorganisationen bzw. Behörden, als auch im Sinne des

Tierschutzgesetzes die Leistungsfähigkeit der Tiere unter Berücksichtigung der Tiergesundheit erhalten und verbessert werden (TierZG, § 1, Abs. 2).

Ähnliche Modelle gibt es bereits im Bereich der Schafzucht. KVAME et al. (2006) veränderten durch eine CT-gestützte Selektion die Körperzusammensetzung von Lämmern verschiedener Schaflinien. In ihrer Untersuchung konnten einerseits die Wachstumskurven von Magerfleisch- und Knochengehalt innerhalb einer Schaflinie durch Selektion nach Magerfleischgewicht (ermittelt durch CT) verändert werden und andererseits die Unterschiede zwischen zwei verschiedenen genetischen Schaflinien untersucht werden.

In einer vorangegangenen Arbeit untersuchten KVAME et al. (2004) unter anderem die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von CT im Bereich der Schafzucht. Die Autoren gelangten zu dem Ergebnis, dass der ökonomische Profit durch den Einsatz der CT die höheren Untersuchungskosten rechtfertigt. Des Weiteren stellte sich die CT als ein geeignetes Mittel zur Erzeugung überdurchschnittlicher Lammschlachthälften mit erhöhten Schlachtkörperwerten dar.

In Großbritannien wird die CT bereits in Schafzuchtprogrammen für die Voraussage von Muskel- und Fettgewichten eingesetzt, mit dem Ziel einer anwachsenden Muskelmasse bei gleichbleibender Fettmasse. Dass die CT sehr genaue in vivo Informationen über die Körperzusammensetzung verschiedener Schafrassen liefert, belegen Untersuchungen von KARAMICHOU et al. (2005) und NAVAJAS et al. (2006).

4.4. Fruchtbarkeitsergebnisse

Für die Auswertung der Fruchtbarkeitsergebnisse konnten nur Tiere der Gruppe 1 herangezogen werden, da nur diese zu einem ersten Wurf gelangten (siehe Tab. 6 der Publikation, S. 44).

Die höchste Anzahl geborener Ferkel erreichte die F-1 Sauenlinie DE x DL mit durchschnittlich 11,5 Ferkeln. Fruchtbarkeitsdaten aus Mecklenburg-

Vorpommern und Schleswig-Holstein (2005) gaben Zuchtleistungen für die Kreuzungssauen DE x DL bzw. DL x DE von 12,4 insgesamt geborene Ferkel pro Wurf an (Tab. 4.1). Die meist verbreitetsten Schweinerassen in Deutschland stellen die Rassen DL, DE und Pi dar. Die Jungsauen der Elternrasse DL brachten es in der vorliegenden Untersuchung auf durchschnittlich 9,04 insgesamt geborene Ferkel. Nach Angaben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft lagen die Ergebnisse der Zuchtleistungsprüfung in Bayern 2004 bei 10,6 insgesamt geborenen Ferkeln je Wurf für DL-Sauen. Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein gaben sogar 12,1 insgesamt geborene Ferkel an. Für Deutschland lassen sich Aufzuchtleistungen aus dem Jahr 2004 von 10,7 Ferkeln für die Reinzucht DL finden (Schweineproduktion 2004 in Deutschland, Ausgabe 2005). Der Grund für die geringeren Ferkelzahlen in der vorliegende Studie liegt darin, dass nur die Wurfleistungen von Jungsauen, also ausschließlich erste Würfe, zur Auswertung kamen und keine Wurfleistungen von Altsauen. Die Elternrasse DE produzierte 9,38 Ferkel pro Wurf, was ebenfalls unter den ermittelten Durchschnittswerten für Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein (2005) mit 11,5 Ferkeln, sowie Bayern (2004) und Deutschland (2004) mit jeweils 10,8 insgesamt geborenen Ferkeln lag. Die Abferkelleistung der Elternrasse Pi (9,36) lag nahe an, aber immer noch unter den bayerischen (9,5) bzw. deutschen Durchschnittswerten (9,9), während die Abferkelzahlen aus Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein mit durchschnittlich 12,9 insgesamt geborenen Ferkeln pro Wurf deutlich darüber lagen. Die niedrigste Anzahl an insgesamt geborenen Ferkeln erzielten die Genotypen Du (8,92) und SH (8,67). Diese Wurfsergebnisse waren ebenfalls deutlich geringer als die Durchschnittswerte der Schweineproduktion 2004 in Deutschland, die mit 10,2 insgesamt geborenen Ferkeln für die Rasse Du und 10,5 insgesamt geborenen Ferkeln für die Rasse SH angegeben wurden. Bei allen anderen Genotypen lag die Wurfgröße zwischen 9 und 10 insgesamt geborenen Ferkeln. Zwischen den einzelnen Genotypen traten aufgrund der relativ geringen Tierzahl keine statistisch signifikanten Unterschiede auf, jedoch waren rassespezifische Unterschiede deutlich erkennbar.

Tabelle 4.1

Zuchtleistung nach Rassen für Deutschland, Bayern und Mecklenburg-Vorpommern / Schleswig-Holstein (Angaben laut: Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e.V.; Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft; Hybridschweinezuchtverband Nord/Ost e.V.)

Rasse	Deutschland (2004) Ferkel je Wurf		Bayern (2004) Ferkel je Wurf		MVP + Schl.Holst. (2005) Ferkel je Wurf	
	geb.	aufgez.	geb.	aufgez.	geb.	aufgez.
DE	10,8	9,9	10,8	10,3	11,5	k.A.
DL	10,7	9,8	10,6	9,8	12,1	k.A.
Du	10,2	8,8	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Pi	9,9	9,2	9,5	8,8	12,9*	k.A.
SH	10,5	9,6	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
DL x DE / DE x DL	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	12,4	k.A.

DE = Deutsches Edelschwein, DL = Deutsche Landrasse, Du = Duroc,

Pi = Pietrain, SH = Schwäbisch-Hällisches Landschwein

MVP = Mecklenburg-Vorpommern, Schl.Holst. = Schleswig-Holstein

geb. = insgesamt geboren, aufgez. = aufgezogen; k.A. = keine Angaben

* = n = 10 Würfe (2 Herden)

Bei der Anzahl totgeborener Ferkel fiel besonders das Ergebnis der Elternrasse Ha auf, bei der es keine totgeborenen Ferkel gab. Die höchsten Geburtsverlusten mit 2,33 Ferkeln wiesen hingegen die Sauen der Genotypen Pi x Du und SH auf. Zwischen den genannten Genotypen traten wie in Tabelle 6 der Publikation (S. 44) ersichtlich, signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) in der Anzahl totgeborener Ferkel auf. Allerdings erschwerten die geringen Tierzahlen der Sauen-Genotypen Ha, SH und Pi x Du (siehe Tab. 1 der Publikation, S. 37) eine objektive Auswertung der Fruchtbarkeitsergebnisse.

Die höchste Zahl aufgezogener Ferkel erzielte der Genotyp DL x DE mit 9,94 Ferkeln. Dieser Genotyp erreichte statistisch signifikant bessere Aufzuchtleistungen als die Genotypen Du, Pi x Du und SH, die die schlechtesten Absatz-Ergebnisse mit unter 7 bzw. unter 6 Ferkeln im ersten Wurf lieferten (Du 6,78; Pi x Du 5,94; SH 5,67). Auch beim

Vergleich der aufgezogenen Ferkel liegen die hier erreichten Zahlen, wie schon zuvor bei der Anzahl geborener Ferkel, deutlich unter den veröffentlichten Zahlen der Schweineproduktion 2004 in Deutschland (Tab. 4.1). Jedoch sind auch hier die geringen Tierzahlen der Sauengenotypen zu berücksichtigen.

Interessant war, dass für die Anzahl insgesamt geborener Ferkel zwischen den einzelnen Rassen noch keine signifikanten Unterschiede auftraten. Die erst beim Vergleich der aufgezogenen (abgesetzten) Ferkel aufgetretenen Signifikanzen zwischen den einzelnen Sauenrassen geben einen Hinweis darauf, dass die Fruchtbarkeit von Jungsauen nicht an der Anzahl geborener Ferkel beurteilt werden sollte, sondern eher an der Anzahl lebend geborener Ferkel, was auch die Grundvoraussetzung für die Beurteilung der Absatzgröße darstellt. Auch BOUQUET et al. (2006) vermerkten, dass eine Selektion auf die Anzahl lebend geborener Ferkel hilfreich wäre, um die Perinatale Sterblichkeit zu reduzieren. Sie gaben jedoch zu bedenken, dass das nicht automatisch eine Verbesserung der Überlebensrate vom Zeitpunkt der Geburt bis hin zum Absetzen bedeutet. RYDHMER und BERGLUND (2006) stellten in ihrer Arbeit fest, dass die ansteigende Ferkelsterblichkeit während der Geburt in Dänemark 2004 zu einem Wechsel der Selektionskriterien von total geborenen zur Anzahl lebend geborener Ferkel am 5. Lebenstag führte. In Frankreich hatte dies bereits 2002 zum Wechsel zur Anzahl lebend geborener Ferkel geführt.

Eine Untersuchung von REINER (2006) zeigte, dass sich die Anzahl lebend geborener Ferkel je Wurf bei der Deutschen Landrasse in den letzten drei Jahrzehnten (von 1964 – 2002) um 0,8 Ferkel abgenommen hat. Nur aufgrund einer Reduktion der Ferkelverluste um ca. 50% im gleichen Zeitraum und die Reduktion der Zwischenwurfzeit von 183 auf 162 Tage erhöhte sich die Zahl lebend geborener und abgesetzter Ferkel pro Sau und Jahr um 1,2 bzw. 2,6 Ferkel. Ähnliche Tendenzen zeigten sich auch bei den übrigen in Deutschland eingesetzten Rassen. Der unzureichenden Zuchtfortschritt beruhte laut REINER (2006) in erster Linie darauf, dass bis in die achtziger Jahre nicht mit der gebotenen Intensität auf Fruchtbarkeit gezüchtet wurde. Die mit Fruchtbarkeit assoziierten Merkmale wurden durch die übergewichtigen, über

Indexselektion berücksichtigten Mast- und Schlachtkörpermerkmale verdrängt.

Die Verlustzahl gibt die Anzahl Ferkel an, die während der Ferkelaufzuchtphase bis zum Erreichen des Absatzgewichtes starben. Bei den Sauengentypen Pi und DL war die Verlustrate mit 0,29 und 0,55 sehr gering. Die durchschnittliche Verlustzahl für die meisten Gruppen betrug zwischen 0,75 und 1 Ferkel. Nur der Genotyp Pi x Ha lag mit 1,5 Verlustferkeln über diesen Werten. Die statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Genotypen Pi x Ha und Pi bzw. DL unterstrichen dieses Ergebnis.

4.5. Vergleich von DXA-Körperfettgehalt und Wurfgröße

Um die Beziehung zwischen der Körperzusammensetzung und der Wurfgröße bestimmen zu können, wurden der Körperfettgehalt (%) und die Anzahl geborener Ferkel miteinander in Beziehung gesetzt (siehe Abb. 2 der Publikation, S. 46). Bei der Auswertung der Ergebnisse stellte sich heraus, dass die Jungsauen mit einem Gesamtkörperfettgehalt von $\geq 30\%$ im Durchschnitt ein Ferkel weniger zur Welt brachten, als Jungsauen mit einem Gesamtkörperfettgehalt von 14–16%. Gleichzeitig wurde deutlich, dass mit jedem steigenden Prozentpunkt Gesamtkörperfettgehalt über 14% die ihre Wurfgröße der Jungsauen um 0,076 Ferkel geringer ausfiel. Obwohl dieses Ergebnis statistisch nicht signifikant war, zeigte sich aus züchterischer Sicht die Tendenz, dass die sehr fetten Sauen in der Wurfgröße gegenüber den magereren Tieren leicht im Nachteil waren. Eine ähnliche Aussage trafen auch JOHN et al (2001) bzw. WÄHNER et al. (2001), die bei Sauen mit sehr hohen Zunahmen generell geringere Aufzuchtleistungen feststellten, während Sauen mit mittleren Zunahmen die besten Reproduktionsergebnisse erzielten. SCHNURRBUSCH (2005) stellte allerdings zwischen verschiedenen Rückenspeckdicken (<14 bis >20) von Jungsauen keine wesentlichen Unterschiede in der durchschnittlichen Wurfgröße fest. Untersuchungen von ROZEBOOM et al. (1996) zeigten ebenfalls keinen großen Effekt der

Körperzusammensetzung (gemessen wurden Gewicht und Rückenspeckdicke) auf die Wurfgröße bzw. Anzahl abgesetzter Ferkel von Jungsauen. Auch NEWTON und MAHAN (1993) stellten zwischen verschiedenen Jungsauen-Geburtsgewichtsklassen keine Unterschiede in der Anzahl lebend- oder totgeborener Ferkel fest. Ergebnisse von WÄHNER et al. (1995) sahen sogar einen Vorteil zu Gunsten der Jungsauen mit einem höheren Körperfettgehalt. Die Untersuchung des Muskel-Speck-Verhältnisses ergab tendenziell eine höhere Anzahl geborener Ferkel bei fetteren Tieren. Der Vergleich lebend geborener Ferkel je 100 Erstbesamungen zeigte ein signifikant ($p < 0,05$) höheres Ergebnis bei Sauen mit mittlerem oder darüber liegenden Muskel-Speck-Verhältnis gegenüber Tieren mit sehr geringem Fettanteil im Körper. Eine ähnliche Aussage trafen CHECHOVA und TVRDON (2006). Sie untersuchten die Beziehung zwischen Rückenspeckdicke und Reproduktionsmerkmalen von tschechischen Large White Sauen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten (wenn auch nicht signifikant), dass Jungsauen mit mehr Rücken Fett bessere Wurfleistungen (Anzahl lebend geborener und abgesetzte Ferkel) erreichten als Sauen mit einer geringeren Rückenspeckdicke. Untersuchungen des Genitaltraktes von Jungsauen nach der Schlachtung ergaben, dass Jungsauen mit einer geringeren Rückenspeckdicke signifikant ($p < 0,05$) weniger Follikel (13 Follikel) aufwiesen als Tiere mit mittlerer (19 Follikel) oder hoher Rückenspeckdicke (18 Follikel) (GAUGHAN et al., 1997).

Eine Sonderstellung zu den in dieser Studie ermittelten Fruchtbarkeitsergebnissen europäischer bzw. amerikanischer Schweinerassen nehmen asiatische (speziell chinesische) Schweinerassen ein. Sie weisen eine besonders hohe Fruchtbarkeit bei gleichzeitig sehr hohem Körperfettgehalt auf. GALVIN et al., 1993, REINER, 2006, WHITE et al., 1993 und YOUNG, 1995 berichten in ihren Studien von bis zu fünf Ferkeln mehr pro Wurf gegenüber europäischen Sauen. Gleiches gilt für Angaben über die Ovulationsrate von bis zu 24 Oozyten pro Zyklus, gegenüber 16 Oozyten europäischer bzw. amerikanischer Rassen (ANDERSON et al., 1993, CHRISTENSON, 1993, FAILLANCE et al. 1994). In einer Untersuchung von GALVIN et al. (1993)

wurden signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) in der Anzahl von Embryonen am 20.-22. Tag der Trächtigkeit zwischen Meishan-Sauen (23,4 Embryonen) und europäischen Large-White-Sauen (15,2 Embryonen) festgestellt. YOUNG (1995) untersuchte die Reproduktionsleistungen von F1-Jungsauen, die zu 50% chinesische Rasseanteile (Meishan, Fengjing, Minzhu) oder Duroc und zu 50% europäische Landrasse enthielten. Er gelangte zu dem Ergebnis, dass alle drei chinesische Kreuzungsgenotypen signifikant ($p < 0,05$) größere Würfe hatten als die Duroc-Kreuzungen. Eine weitere Analyse von YOUNG (1998) zeigte, dass Kreuzungssauen die zu $\frac{1}{4}$ chinesische Rasseanteile (Meishan, Fengjing, Minzhu) enthielten, ebenfalls größere Würfe hatten als Jungsauen mit $\frac{1}{4}$ Duroc-Rasseanteil. Allerdings trat nur zwischen den Kreuzungsrassen Fengjing und Duroc ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) auf.

Züchterisch von besonderem Interesse ist der Zusammenhang zwischen individuellem, rassespezifischem Körperfettgehalt von Jungsauen und ihrer Wurfgröße (siehe Tab. 6 der Publikation, S. 44 und Tab. 4.2).

Den höchsten Körperfettgehalt in der vorliegenden Studie wiesen die Jungsauen der Rasse SH (27,16%) auf. Genau diese Rasse zeigte das schlechteste Ergebnis in der Wurfgröße (Anzahl geborener Ferkel). Allerdings war die Tierzahl bei der Elternrasse SH mit nur drei Tieren sehr gering. Eventuell sind die erhaltenen Wurfzahlen aber auch das Ergebnis einer für die Rasse SH zutreffenden Überkonditionierung, beschrieben von WÄHNER et al., 2001 bzw. JOHN et al. 2001 für die Rassen Leicoma und Deutsche Landrasse, die sich negativ auf die Reproduktionsleistungen auswirkte. Die zweitniedrigste Anzahl geborener Ferkel verzeichnete die Rasse Du, die mit 18,75% Körperfett, neben den Pi x Du Kreuzungen, einen unterdurchschnittlichen Körperfettgehalt aufwiesen. Sowohl Du-Sauen, als auch Pi x Du Kreuzungssauen zeigten im Vergleich zu allen anderen signifikant niedrigere Körperfettgehalte, außer zu Tieren der Kreuzung Pi x Ha. Hier könnte womöglich der optimale Fettgehalt für hohe Fruchtbarkeitsleistungen unterschritten worden sein. Ähnliche Bedenken äußerten KARSTEN et al. (2000), deren Aussage allerdings auf Messungen der Rückenspeckdicke beruhte. In der vorliegenden Studie

erzielten die Jungsauengenotypen mit mittlerem Gesamtkörperfettgehalt (zwischen 21 und 25%) die besten Fruchtbarkeitsergebnisse. Auch GAUGHAN et al. (1997) konnte die größte Anzahl an Follikeln bei Sauen mit mittlerer Rückenspeckdicke nachweisen. WÄHNER et al. (2001) bzw. JOHN et al. (2001) untersuchten den Einfluss der Wachstumsintensität und der Seitenspeckdicke auf die Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen von Jungsauen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass Jungsauen mit mittleren Lebendtageszunahmen die besten Fruchtbarkeitsergebnisse erzielten. Außerdem zeigte sich bis zu einem gewissen Maß ein positiver Effekt einer zunehmenden Seitenspeckdicke auf die Fruchtbarkeit von Jungsauen.

Tabelle 4.2

Ergebnisse des Körperfettgehaltes der Gruppe 1 Sauen. Kleinste Quadrate Mittelwerte (LSM) und Standardschätzfehler der DXA-Fettmessung im Ganzkörpermodus für einzelne Sauenrassen.

Rasse	Fett (%)
DE	22,58±1,56 ^{bc}
DL	24,30±0,89 ^b
Du	18,75±1,33 ^a
Ha	21,76±2,82 ^{ab}
Pi	23,89±1,24 ^{bd}
SH	27,16±2,27 ^b
DL x DE	25,84±2,06 ^b
Pi x Du	17,21±2,32 ^a
Pi x Ha	21,20±1,45 ^{acd}

DE = Deutsches Edelschwein, DL = Deutsche Landrasse, Du = Duroc, Ha = Hampshire, Pi = Pietrain, SH = Schwäbisch-Hällisches Landschwein

LSM, die mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant ($p \leq 0,05$).

Die Ferkelsterblichkeit (totgeborene Ferkel + Ferkelverluste) lag bei den Rassen SH und Pi x Du Kreuzungen mit \geq drei Ferkeln am höchsten, wobei die geringe Sauenanzahl von jeweils nur drei Sauen nicht unberücksichtigt gelassen werden sollte. NEWTON und MAHAN (1993) stellten in ihrer Untersuchung fest, dass sich die Ferkelsterblichkeit mit steigendem Geburtsgewicht signifikant ($p < 0,01$) erhöht. Ob nun genau

die Tiere mit den höchsten Körperfettanteilen (SH) auch das größte Geburtsgewicht aufwiesen, bleibt zu klären.

Inwieweit sich überhaupt ein „idealer Körperfettgehalt“ bei Jungsauen in Abhängigkeit von der Rasse eingrenzen lässt, sollte in weiterführenden Untersuchungen geprüft werden.

5. Zusammenfassung

Von 176 Jungsauen verschiedener Genotypen wurde zum Zeitpunkt der Eingliederung in den Reproduktionsprozess (ca. am 180. Lebenstag und einem Körpergewicht von ca. 90 kg) zunächst die Eigenleistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung und anschließend eine In-vivo-Ganzkörperanalyse mit Hilfe der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA) durchgeführt.

Das Ziel dieser Studie war es, einerseits die Beziehung zwischen der Körperzusammensetzung (ermittelt aus DXA) und der Fruchtbarkeit von Jungsauen zu untersuchen und andererseits die erhaltenen DXA-Ergebnisse mit den Testergebnissen der Eigenleistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung zu vergleichen.

Jede Jungsau wurde einer von drei Gruppen zugeordnet. Gruppe 0 setzte sich aus Tieren zusammen, die laut Eigenleistungsprüfung für zuchtuntauglich beurteilt wurden oder keine Rauscheerscheinungen zeigten und somit nicht belegt werden konnten. Gruppe 1 wurde von Jungsauen mit einem ersten Wurf gebildet, und in Gruppe 2 befanden sich Jungsauen, die besamt wurden, jedoch aufgrund fehlender Konzeption zu keinem ersten Wurf gelangten. Außerdem wurden von allen Jungsauen der Gruppe 1 Wurfdaten erfasst.

Die Eigenleistungsprüfung zeigte teilweise beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Jungsauen der Gruppe 1 hatten ein statistisch signifikant höheres Gewicht, sowie höhere Tageszunahmen als die der Gruppe 0, jedoch lag das Ergebnis für Zuchtindex und –wert unter denen der zwei anderen Gruppen. Ultraschallmessungen ergaben, dass die Jungsauen der Gruppe 0 durchschnittlich das höchste Speckmaß B und den niedrigsten Muskelfleischanteil aufwiesen. Jedoch war der Gesamtkörperfettgehalt (ermittelt aus DXA) bei Jungsauen mit Wurf (Gruppe 1) signifikant höher ($>1,65$ % absolut) als bei Jungsauen ohne Wurf (Gruppe 2) bzw. zuchtuntauglichen Jungsauen (Gruppe 0). Die Jungsauen der Gruppe 2 wiesen die niedrigsten Körperfettgehalte aller drei Gruppen auf. Die Auswertung der Zuchtleistungen der Jungsauen der

Gruppe 1 zeigte folgende Ergebnisse: Die höchste Anzahl insgesamt geborener Ferkel erreichte der Genotyp DE x DL. Die niedrigste Anzahl erzielten die Rassen Duroc und Schwäbisch-Hällisches Landschwein. Zwischen den einzelnen Genotypen traten für das Merkmal insgesamt geborene Ferkel keine statistisch signifikanten Unterschiede auf, jedoch waren rassenspezifische Unterschiede deutlich erkennbar. Innerhalb der Gruppe 1 zeigte die Beziehung zwischen DXA-Fett (%) und der Wurfgröße tendenziell, dass mit steigendem Körperfettgehalt der Jungsauen eine Verminderung der Wurfgröße verbunden sein kann. Folglich ist für eine maximale Fruchtbarkeit von Jungsauen konventioneller Schweinerassen ein optimaler Körperfettgehalt anzustreben.

6. Summary

Relationship between body composition measured by dual energy x-ray absorptiometry and reproduction performance in gilts

In the first instance, an individual performance test and a breeding value estimation was performed at 176 gilts of different genotypes at the age of about 180 days and a live weight of about 90 kg. After that, the body composition of the gilts was measured in vivo using dual energy x-ray absorptiometrie (DXA).

The aim of the study was to evaluate the relationship between DXA body composition and reproduction traits in gilts and to compare DXA body composition and performance test results.

All gilts were categorized in three different groups. Group 0 consists of gilts that were disqualified for breeding according performance test results or showed no occurrence of oestrus. Group 1 consists of all gilts, which farrowed after an artificially insemination. Group 2 was composed of gilts that were artificially inseminated but did not give birth to a litter. Initial reproduction data from group 1 were also evaluated.

Results of the performance test showed considerable variation among the different groups. Group 1 was significantly heavier and the daily gain was significantly higher than in group 0. However, results of breeding index and value were clearly below the results of the other two groups. Ultrasonic measurements indicated that gilts from group 0 had the biggest backfat thickness and the smallest lean meat content. The body fat content (determined with DXA) was significantly higher in gilts with a litter (>1.65 absolutely) than in gilts without a litter (group 2) and in disqualified gilts (group 0). Group 2 gilts showed the smallest body fat mass. The evaluation of reproduction traits showed the highest number of piglets born by gilts from the genotype Deutsches Edelschwein x Deutsche Landrasse. The smallest numbers of piglets were produced by gilts from the genotypes Duroc and Schwäbisch-Hällisches Landschwein. There were no significant differences between the different genotypes, but

intrinsic breed variations were clearly found. However, the relation between DXA fat percentage and litter size for group 1 showed in tendency that the litter size might decrease with an increasing fat content of gilts. Therefore, an optimum body fat content for conventional breeding gilts of European or American origin needs to be determined for a maximum fertility.

7. Literaturverzeichnis

- ANDERSON, L.H., CHRISTENSON, L.K., CHRISTENSON, R.K., FORD, S.P.:
Investigations into the control of litter size in swine: II. Comparisons of morphological and funktional embryonic diversity between Chinese and American breeds. J. Anim Sci. 1993; 71: 1566-71.
- AUSSCHUSS FÜR LEISTUNGSPRÜFUNG UND ZUCHTWERTFESTSTELLUNG BEIM SCHWEIN:
Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung im Feld (Feldprüfung) in der Fassung vom 24.11.2005, veröffentlicht am 01.01.2006.
- BAZER, F.W., THATCHER, W.W., MARTINAT-BOTTE, F., Terqui, M.:
Conceptus development in Large White and prolific Chinese Meishan pigs. J. Reprod Fertil. 1988; 84(1): 37-42.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT:
Schweinezucht und Schweineproduktion. Schriftenreihe 2006.
- BÖTTINGER, M.:
Untersuchung des Einflusses verschiedener Produktionssysteme auf das Wachstum beim Schwein unter Verwendung der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie zur Messung von Fett, Magerweichgewebe und Knochenmineralansatz. Dissertationsschrift, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München 2006
- BOUQUET, A., CANARIO, L., LIGONESCHE, B., BIDANEL, J.P.:
Genetic parameters of litter size, piglet preweaning mortality and growth in French Landrace pigs. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, MG, Brazil
- BRONDUM, J., EGEBO, M., AGERSKOV, C., BUSK, H.:
On-line pork carcass grading with the AutoFOM ultrasound system. J. Anim Sci. 1998; 76: 1859-68.
- BUNDESGESETZBLATT JAHRGANG 2006:
Gesetz zur Neuordnung des Tierzuchtrechts sowie zur Änderung des Tierseuchengesetzes und des Arzneimittelgesetzes in der Fassung vom 21. Dezember 2006, veröffentlicht am 27. Dezember 2006.
- CHAUHAN, S., KOO, W.W.K., HAMMAMI, M., HOCKMAN, E.M.:
Fan beam dual energy x-ray absorptiometry body composition measurements in piglets. J. Am Coll Nutr. 2003; 22: 408-14.
- CECHOVA, M., TVRDON, Z.:
Relationships between back fat thickness and parameters of reproduction in Czech Large White sows. Arch. Tierz. (Dummerstorf) 2006; 49: 363-9.

CISNEROS, F., ELLIS, M., MILLER, K.D., NOVAKOFSKI, J., WILSON, E.R., MCKEITH, F.K.:

Comparison of transverse and longitudinal real-time ultrasound scans for prediction of lean cut yields and fat-free lean content in live pigs. *J. Anim Sci.* 1996; 74: 2566-76.

CHRISTENSON, R.K.:

Ovulation rate and embryonic survival in Chinese Meishan and white crossbred pigs. *J. Anim Sci.* 1993; 71: 3060-6.

FAILLACE, L.S., BIGGS, C., HUNTER, M.G.:

Factors affecting the age at onset of puberty, ovulation rate and time of ovulation in Chinese Meishan gilts. *J. Reprod Fertil.* 1994; 101(3): 571-6.

FAILLACE, L.S., HUNTER, M.G.:

Follicle development and oocyte maturation during the immediate preovulatory period in Meishan and white hybrid gilts. *J. Reprod Fertil.* 1994; 100(2): 353-7.

FUSCH, C., SLOTBOOM, J., FUEHRER, U., SCHUMACHER, R., KEISKER, A., ZIMMERMANN, W., MOESSINGER, A., BOESCH, C., BLUM, J.:

Neonatal body composition: Dual-energy x-ray absorptiometry, magnetic resonance imaging and three-dimensional chemical shift imaging versus chemical analysis in piglets. *Pediatr Res.* 1999; 46(4): 465-73.

GALVIN, J.M., WILMUT, I., DAY, B.N., RITCHIE, M., THOMSON, M., HALEY, C.S.:

Reproductive performance in relation to uterine and embryonic traits during early gestation in Meishan, Large White and crossbred sows. *J. Reprod Fertil.* 1993; 98(2): 377-84.

GAUGHAN, J.B., CAMERON, R.D., DRYDEN, G.M., YOUNG, B.A.:

Effect of body composition at selection on reproductive development in Large White gilts. *J. Anim Sci.* 1997; 75: 1764-72.

GRESHAM, J.D., MCPEAKE, S.R., BERNARD, J.K., HENDERSON, H.H.:

Commercial adaptation of ultrasonography to predict pork carcass composition from live animals and carcass measurements. *J. Anim Sci.* 1992; 70: 613-39.

GRESHAM, J.D., MCPEAKE, S.R., BERNARD, J.K., RIEMANN, M.J., WYATT, R.W., HENDERSON, H.H.:

Prediction of live and carcass characteristics of market hogs by use of a single longitudinal ultrasonic scan. *J. Anim Sci.* 1994; 72: 1409-16.

HULSEGGE, B., MERKUS, G.S.M., WALSTRA, P.:

Prediction of lean meat proportion based on ultrasonic backfat thickness measurements of live pigs. *J. Anim Sci.* 2000; 71: 253-7.

HYBRIDSCHWEINEZUCHTVERBAND NORD/OST E.V.:

Zuchtreport 2005.

HYBY, M., GOGUE, J., MAIGNEL, L., BIDANEL, J.P.:

Genetic correlations between litter size and weights, piglet weight variability and piglet survival from birth to weaning. Journées Recherche Porcine 2003; 35: 293-300.

JOHN, A., WÄHNER, M., HOFFMEYER, C.:

Zum Einfluss des Wachstums und der Seitenspeckdicke auf die Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistung von Jungsauen. 2. Mitteilung: Beziehung zwischen den Merkmalen und Diskussion. Arch. Tierz. (Dummerstorf) 2001; 44: 277-90.

KÄMMERER, B., MÜLLER, S., HÜHN, U.:

Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen von Jungsauen mit unterschiedlicher Seitenspeckdicke zu Beginn ihrer Zuchtbenutzung. Arch. Tierz. (Dummerstorf) 1998; 41: 387-96.

KARAMICHO, E., RICHARDSON, R.I., NUTE, G.R., MCLEAN, K.A., BISHOP, S.C.:

Genetic analyses and quantitative trait loci detection, using a partial genome scan, for intramuscular fatty acid composition in Scottish Blackface sheep. J. Anim Sci. 2006; 84: 3228-38

KARSTEN, S., RÖHE, R., SCHULZE, V., LOOFT, H., KALM, E.:

Genetische Beziehung zwischen individueller Futteraufnahme während der Eigenleistungsprüfung und Fruchtbarkeitsmerkmalen beim Schwein. Arch. Tierz. (Dummerstorf) 2000; 43: 451-61.

KIRKWOOD, R.N., AHERNE, F.X.:

Energy intake, body composition and reproductive performance of the gilt. J. Anim Sci. 1985; 60: 1518-29.

KOO, W.W.K., HAMMAMI, M., HOCKMAN, E.M.:

Use of fan beam dual energy x-ray absorptiometry to measure body composition of piglets. J. Nutr. 2002; 123: 1380-3.

KRIETER, J., HÖLSCHER, T., HARTJEN, P., KALM, E., ERNST, E.:

Vergleich von Ultraschallverfahren zur Abschätzung der Schlachtkörperzusammensetzung beim Schwein. Züchtungskunde 1990; 62: 29-37.

KVAME, T., MCEWAN, J.C., AMER, P.R., JOPSON, N.B.:

Economic benefits in selection for weight and composition of lamb cuts predicted by computer tomographie. Livestock Prod Sci 2004; 90: 123-33.

KVAME, T., BRENOE, U.T., VANGEN, O.:

Body tissue development in lambs of two genetic lines analysed by x-ray computer tomography. Small Ruminant Research 2006; 65: 242-50.

LUKASKI, H.C., MARCHELLO, M.J., HALL, C.B., SCHAFFER, D.M., SIDERS, W.A.:

Soft tissue composition of pigs measured with dual x-ray absorptiometry: Comparison with chemical analyses and effects of carcass thicknesses. Nutrition 1996; 15: 697-703.

MITCHELL, A.D., CONWAY, J.M., SCHOLZ, A.M.:

- Incremental changes in total and regional body composition of growing pigs measured by dual-energy x-ray absorptiometry. *Growth Dev. Aging* 1996a; 60: 95-105.
- MITCHELL, A.D., CONWAY, J.M., POTTS, W.J.E.:
Body composition analysis of pigs by dual-energy x-ray absorptiometry. *J. Anim Sci.* 1996b; 74: 2663-71.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M.:
Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) analysis of growth and composition of pigs of different ryanodine receptor genotypes. *Arch. Tierz. (Dummerstorf)* 1997; 40: 47-56.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M., CONWAY, J.M.:
Body composition analysis of pigs from 5 to 97 kg by dual-energy x-ray absorptiometry. *Appl. Radiat. Isot.* 1998a; 49: 521-3.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M., PURSEL, V.G., EVOCK-CLOVER, C.M.:
Composition analysis of pork carcasses by dual-energy x-ray absorptiometry. *J. Anim Sci.* 1998b; 76: 2104-14.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M., CONWAY, J.M.:
Body composition analysis of small pigs by dual-energy x-ray absorptiometry. *J. Anim Sci.* 1998c; 76: 2392-8.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M., PURSEL, V.G.:
Dual-energy x-ray absorptiometry measurements of the body composition of pigs of 90- to 130 kilograms body weight. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2000; 904: 85-93.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M., PURSEL, V.G.:
Total body and regional measurements of bone mineral content and bone mineral density in pigs by dual energy x-ray absorptiometry. *J. Anim Sci.* 2001; 79: 2594-604.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M.:
Techniques for measuring body composition of swine. (Chapter 41). In: *Swine Nutrition 2nd Edition* (Ed.: A.J. Lewis and L. Lee Southern), CRC Press, Boca Raton, FL, USA 2001: 917-60.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M., PURSEL, V.G.:
Prediction of the in vivo body composition of pigs based on cross-sectional region analysis of dual energy x-ray absorptiometry (DXA) scans. *Arch. Tierz. (Dummerstorf)* 2002; 45: 535-45.
- MITCHELL, A.D., SCHOLZ, A.M., PURSEL, V.G.:
Changes in body composition when young pigs are restricted to near maintenance dietary intake. *Intern J. of Body Composition Research* 2003; Vol. 1 No. 3.: 123-128
- MOELLER, S.J., CHRISTIAN, L.L.:

Evaluation of the accuracy of real-time ultrasonic measurements of backfat and loin muscle area in swine using multiple statistical analysis procedures. J. Anim Sci. 1998; 76: 2503-14.

MÖRLEIN, D.:

Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) im *M. longissimus* von Schweinen mittels Ultraschallspektralanalyse. Dissertationsschrift, Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2005

MÜLLER, S., POLTEN, D.C.:

Vergleichsuntersuchungen zur Ultraschall-Speckdickenmessung beim Schwein im Rahmen der Eigenleistungsprüfung. Arch. Tierz. (Dummerstorf) 2004; 47: 249-63.

NAVAJAS, E.A., LAMBE, N.R., SAWALHA, R.M., BÜNGER, L., SIMM, G.:

Genetic parameters of in vivo muscularity in two divergent sheep breeds: Preliminary results. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, MG, Brazil

NEWCOM, D.W., BAAS, T.J., LAMPE, J.F.:

Prediction of intramuscular fat percentage in live swine using real-time ultrasound. J. Anim Sci. 2002; 80: 3046-52.

NEWTON, E.A., MAHAN, D.C.:

Effect of initial breeding weight and management system using a high-producing sow genotype on resulting reproductive performance over three parities. J. Anim Sci. 1993; 71: 1177-86.

PATTERSON, J.L., BALL, R.O., WILLIS, H.J., AHERNE, F.X., FOXCROFT, G.R.:

The effect of lean growth rate on puberty attainment in gilts. J. Anim Sci. 2002; 80: 1299-310.

PIETROBELLI, A.C., FORMICA, C., WANG, Z., HEYMSFIELD, S.B.:

Dual-energy x-ray absorptiometry body composition model: Review of physical concepts. Am. J. Physiol. 1996; 271: E941-51.

REINER, G.:

Genetische Aspekte der Fruchtbarkeit beim Schwein. Tierärztl Prax 2006; 34 (G): 171-8.

ROSNER, F., POLTEN, S., WICKE, M.:

Vergleichsuntersuchungen zur Verwendbarkeit des PIGLOG-Ultraschall-Gerätes für die Vorausbestimmung des Muskelfleischanteils bei Sauen im Rahmen der Eigenleistungsprüfung. Arch. Tierz. (Dummerstorf) 2000; 43: 499-506.

ROZEBOOM, D.W., PETTIGREW, J.E., MOSER, R.L., CORNELIUS, S.G., EL KANDELGY, S.M.:

Body composition of gilts at puberty. J. Anim Sci. 1995; 73: 2524-31.

ROZEBOOM, D.W., PETTIGREW, J.E., MOSER, R.L., CORNELIUS, S.G., EL KANDELGY, S.M.:

Influence of gilt age and body composition at first breeding on sow reproductive performance and longevity. J. Anim Sci. 1996; 74: 138-50.

RYDHMER, L., BERGLUND, B.:

Selection for reproduction: Developments in several species. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, MG, Brazil

SCHNURRBUSCH, U.:

Bedeutung des Körperfettes für die Fruchtbarkeit von Sauen. Großtierpraxis 2005; 6/11: 6-12.

SCHOLZ, A.M.:

In-vivo-Methoden zur Analyse von Muskelstoffwechsel und Körperzusammensetzung beim Schwein unter besonderer Berücksichtigung genetischer Einflüsse. Habilitationsschrift, Institut für Tierzucht der Ludwig-Maximilians-Universität München 2002

SCHOLZ, A.M., SOFFNER, P., LITTMANN, E., PESCHKE, W., FÖRSTER, M.:

Genauigkeit der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA) zur Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung von Schweinehälften (kalt, 30-39 kg) anhand der EU Referenzerlegung. Züchtungskunde 2002; 74: 376-91.

SCHOLZ, A.M., HELLER, P., WALDMANN, K.-H., WOLF, P., KAMPHUES, J., FÖRSTER, M.:

Eignung der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie zur Erfassung der Knochenmineralisierung von Ebern. Züchtungskunde 2004; 76: 94-107.

SERENIUS, T., STALDER, K.J., FERNANDO, R.L.:

Genetic associations of length of productive life with age at first farrowing and leg soundness score in Finnish Landrace population. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, MG, Brazil

SMITH, B.S., JONES, W.R., HOUGH, J.D., HUFFMAN, D.L., MIKEL, W.B., MULVANEY, D.R.:

Prediction of carcass characteristics by real-time ultrasound in barrows and gilts slaughtered at three weights. J. Anim Sci. 1992; 70: 2304-8.

SOFFNER, P.:

Untersuchungen zur Körperzusammensetzung und Knochenmineraldichte am wachsenden Schwein mittels Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA). Dissertationsschrift, Institut für Tierzucht der Ludwig-Maximilians-Universität München 2003

SVENDSEN, O.L., HAARBO, J., HASSAGER, C., CHRISTIANSEN, C.:

Accuracy of measurements of body composition by dual-energy x-ray absorptiometry in vivo. Am. J. Clin. Nutr. 1993; 57: 605-8.

TUMMARUK, P., LUNDEHEIM, N., EINARSSON, S., DALIN, A.M.:

Effect of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. J. Anim Sci. 2002; 80: 1299-310.

WÄHNER, M., ENGELHARDT, S., SCHNURRBUSCH, U., GOTTSCHALK, J., SCHARFE, St., PFEIFFER, H.:

Beziehung zwischen dem Fleisch-Fettansatz und den Konzentrationen von 17- β -Östradiol bzw. Progesteron in der Follikelflüssigkeit sowie im Muskel- und Fettgewebe bei weiblichen Schweinen. Züchtungskunde 1993; 65: 382-93.

WÄHNER, M., ENGELHARDT, S., SCHNURRBUSCH, U., PFEIFFER, H.:

Beziehung zwischen Kriterien des Fleisch- bzw. Fettansatzes und den 17 β -Östradiol- bzw. Progesteronkonzentrationen in der Follikelflüssigkeit, im Muskel- und Fettgewebe, der Ovulationspotenz sowie der Fruchtbarkeitsleistung von Jungsauen. Arch. Tierz. (Dummerstorf) 1995; 38: 187-97.

WÄHNER, M., JOHN, A., HOFFMEYER, C.:

Zum Einfluss des Wachstums und der Seitenspeckdicke auf die Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistung von Jungsauen. 1. Mitteilung: Vergleich der Merkmale Wachstum, Seitenspeckdicke, Fruchtbarkeit und Aufzuchtleistungen. Arch. Tierz. (Dummerstorf) 2001; 44: 157-66.

WHITE, B.R., MCLAREN, D.G., DZIUK, P.J., WHEELER, M.B.:

Age at puberty, ovulation rate, uterine length, prenatal survival and litter size in Chinese Meishan and Yorkshire females. Theriogenology 1993; 40: 85-97.

YOUNG, L.D.:

Reproduction of F1 Meishan, Fengjing, Minzhu and Duroc gilts and sows. J. Anim Sci. 1995; 73: 711-21.

YOUNG, L.D.:

Reproduction of $\frac{3}{4}$ White Composite and $\frac{1}{4}$ Duroc, $\frac{1}{4}$ Meishan, $\frac{1}{4}$ Fengjing or $\frac{1}{4}$ Minzhu gilts and sows. J. Anim Sci. 1998; 76: 1559-67.

YOUSAO, I., VERLEYEN, V., MICHAUX, C., LEROY, P.L.:

Choice of probing site for estimation of carcass lean percentage in Pietrain pig using the real-time ultrasound. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2002; 6: 195-200.

ZENTRALVERBAND DER DEUTSCHEN SCHWEINEPRODUKTION E.V.:

Schweineproduktion 2004 in Deutschland, Jahresbericht der ZDS, Ausgabe 2005.

8. Lebenslauf

Henning Hoffschulte

Alter Postweg 51

48167 Münster

hhoffschulte@gmx.de

Geburtsdatum:	08. September 1977
Geburtsort:	Münster
Eltern:	Heinz Peter Hoffschulte, Gastwirt Angelika Hoffschulte, geb. Diericks, Wirtschafterin
Geschwister:	Carsten Hoffschulte, Koch
Nationalität:	deutsch
Familienstand:	ledig

Schulbildung

1984 – 1988	Besuch der Eichendorfgrundschule in Münster
1988 – 1994	Besuch der Realschule Wolbeck in Münster
1994 – 1997	Besuch der gymnasialen Oberstufe der Friedensschule in Münster
Juni 1997	Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife

Grundwehrdienst

1997 – 1998	einjährige Zurückstellung vom Grundwehrdienst aufgrund einer Sportverletzung (während dieser Zeit Arbeiten im elterlichen Restaurant und Absolvierung von Praktika bei Tierärzten)
1998 – 1999	Grundwehrdienstzeit

Studium

WS 1999/2000 - SS 2001	Studium der Veterinärmedizin an der Szent Istvan Universität Budapest, Ungarn (1. - 4. Semester)
WS 2001/2002 – WS 2005/2006	Studium der Veterinärmedizin an der Ludwig- Maximilians-Universität München (5. - 11. Semester)
17.02.2005	Erteilung der Approbation als Tierarzt

Beruflicher Werdegang

ab April 2005

Beginn der Dissertation am Lehr- und Versuchsgut
Oberschleißheim der Ludwig-Maximilians-Universität
München

ab Juli 2005

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, am Lehr- und
Versuchsgut Oberschleißheim der Ludwig-
Maximilians-Universität München

9. Danksagung

Speziell gilt mein Dank meinem Doktorvater Herrn PD Dr. Armin M. Scholz für die Überlassung dieses interessanten Themas und die Ermöglichung der Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehr- und Versuchsgut. Ich möchte mich für das mir entgegengebrachte Vertrauen und die mir vielfältig gewährte Unterstützung bei der Versuchsdurchführung und –auswertung bedanken. Zu jeder Zeit konnte ich mich mit Fragen an ihn wenden, was die Erstellung meiner Dissertation entscheidend vorantrieb.

Ebenso möchte ich Herrn Gerd Kaiser (Versuchstechniker Bereich Schwein) danken. Ohne ihn wäre die Durchführung des praktischen Teils dieser Arbeit nur schwer möglich gewesen. Vielen Dank für die geopfert Zeit während sämtlicher Untersuchungen und für die stets gute Zusammenarbeit.

Mein freundschaftlicher Dank gebührt Herrn Richard Bätz (Versuchstechniker Bereich EDV), der mir fortwährend beim Auftreten von Computer-Problemen mit Rat und Tat zur Seite stand.

Bei Herrn Dr. Stefan Nüske möchte ich mich bedanken für die kritische Durchsicht meines Manuskriptes. Der größte Dank gilt ihm jedoch für die freundschaftliche Zusammenarbeit während der gesamten Versuchs- und auch Assistentenzeit, in der ich in vielen Dingen (speziell der funktionellen Klauenpflege) von ihm lernen durfte.

Mein herzlichster Dank gilt meiner Freundin, Anika Jahnke, die mich erst auf die Möglichkeit zur Promotion am Lehr- und Versuchsgut aufmerksam machte. Danke für Deine nicht endenden Aufmunterungen und Motivationen während der letzten zwei Jahre.

Zum Schluss möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, die mir das Studium ermöglicht hat und so den Grundstein für dieses Vorhaben legte. Bei meinen Eltern, für alles, was ihr mir mit auf den Weg gegeben habt und das, was aus mir geworden ist, bei meinem Bruder, für unseren Zusammenhalt, bei meiner Patentante für ihre Unterstützung und nicht zuletzt bei meiner Großtante, für ihren Glauben daran, dass wir den Moment der Dissertation alle gemeinsam erleben dürfen.