

3. Material und Methoden

3.1 Material

3.1.1 Prüfmaterial

Zur Einschätzung und Bewertung der Produktqualität wurde Tiermaterial unterschiedlicher Genotypen aus drei Erzeugerbetrieben im Land Brandenburg in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von August 1995 bis Dezember 1996. In der Tabelle 1 ist das erfaßte und geprüfte Untersuchungsmaterial geordnet nach Erzeugerbetrieb und Genotyp (Prüfpopulation) zusammengefaßt dargestellt. Bei der zufälligen Auswahl der Prüftiere wurde ein paritätischer Geschlechteranteil angestrebt. Die Prüftiere wurden mit durchschnittlichen Mastendmassen von 110 bis 120 kg geschlachtet.

Tabelle 1: Zusammensetzung des Untersuchungsmaterials

Erzeugerbetrieb	Genotyp	n gesamt	n männlich	n weiblich
A	L x L	60	31	29
	L x E	65	37	28
	L x Du	61	35	26
	L x Pi	102	58	44
	L/E x Pi	71	36	35
B	S x S	31	18	13
	S x E	30	16	14
C	E x Ha/Pi	41	21	20
Gesamt		461	252	209

L x L	-Deutsche Landrasse x Deutsche Landrasse
L x E	-Deutsche Landrasse x Deutsches Edelschwein
L x Du	-Deutsche Landrasse x Duroc
L x Pi	-Deutsche Landrasse x Pietrain
L/E x Pi	-F ₁ (L x E) x Pietrain
S x S	-Deutsches Sattelschwein x Deutsches Sattelschwein
S x E	-Deutsches Sattelschwein x Deutsches Edelschwein
E x Ha/Pi	-Deutsches Edelschwein x Hampshire/Pietrain

3.1.2 Erzeugerbetriebe

- Erzeugerbetrieb A

Im Erzeugerbetrieb A, in der die Deutsche Landrasse als Basispopulation gehalten wurde, konnten insgesamt 359 Mastschweine geprüft werden.

Die Auswahl der trächtigen Muttertiere erfolgte zufällig nach dem Prinzip eines Frühjahr/Sommer- und eines Herbst/Winter-Durchganges. Auch die Auswahl der Ferkel bzw. Läufer für die weitere Prüfung (Mast, Schlachtung) erfolgte stichprobenartig. Die Ferkel wurden am 1. Lebenstag tätowiert und am 21. Lebenstag jeweils mit der Betriebsohrmarke und einer farbigen Ohrmarke, dem Genotyp entsprechend, gekennzeichnet. Nach dem Absetzen der Ferkel erfolgte die weitere Aufzucht der Läufer bis zum 70. Lebenstag in einer Flatdeck-Anlage (Klimatisierung, Vollspaltenboden, automatische Fütterung). Nach Abschluß der Läuferaufzucht wurden die Prüftiere in fünf verschiedene Mastanlagen des Erzeugerbetriebes im Land Brandenburg umgesetzt. Die Tiere wurden unter vergleichbaren Bedingungen (8-12 Tiere/Bucht, Vollspaltenboden, Klimatisierung, automatische Fütterung mit Industriegemästfutter) bis zu einem durchschnittlichen Mastendgewicht von 110 bis 120 kg gemästet.

- Erzeugerbetrieb B

Vom Erzeugerbetrieb B, der die Schweinezucht und -produktion auf konventioneller Basis betreibt, konnten 41 Tiere der Kombination Deutsches Edelschwein x Hampshire/Pietrain als Prüftiere in das Untersuchungsprogramm aufgenommen werden. Die Aufzucht erfolgte bei Strohhaltung, manueller Tränkwasserverabreichung und unter Einsatz von industriell vorgefertigten Futtermischungen. Die nach dem Zufallsprinzip ausgewählten Prüftiere wurden in dem gleichen Mastbetrieb und unter gleichen Mastbedingungen wie die Tiere des Erzeugerbetriebes A gehalten.

- Erzeugerbetrieb C

Im Erzeugerbetrieb C erfolgte die Haltung der Zucht- und Masttiere auf konventioneller Haltungs- und Fütterungsbasis (Stroheinstreu, manuelle Tränkwasserverabreichung). Die Fütterung wurde auf eigener Erzeugerbasis nach ökologischen Prinzipien realisiert. In diesem Betrieb wurden die Rasse Deutsches Sattelschwein als Ba-

sispopulation sowie Kreuzungstiere Deutsches Sattelschwein x Deutsches Edelschwein gehalten. Aufgrund der Betriebsgröße konnte in dem vorgegebenen Untersuchungszeitraum nur eine kleinere Stichprobenanzahl von insgesamt 61 Tieren geprüft werden.

3.2 Methoden

3.2.1 Schlachtung

- Schlachtung der Tiere der Erzeugerbetriebe A und B

Nach Abschluß der Mastperiode mit einem durchschnittlichen Mastendgewicht von 116 kg (ca. 210. Lebenstag) wurden die Tiere der Erzeugerbetriebe A und B in einem den Mastanlagen nahegelegenen EG-Schlachthof im Land Brandenburg geschlachtet. Der Transport der Tiere erfolgte überwiegend mit gleichem Fahrzeugtyp und demzufolge auch mit gleichem Platzangebot je Tier. Die Tiere wurden in einer Gruppengröße bis maximal 60 Tiere pro Schlachttag angeliefert, wobei die Fahrtzeit bis zu zwei Stunden betrug. Nach der Ankunft im Schlachtbetrieb wurden die Tiere getrennt in zwei große Gruppen aufgestellt. Die Wartezeiten betragen in der Regel mehr als 2 Stunden und aus betriebsorganisatorischen Gründen bis zu 10 Stunden. Alle Prüftiere wurden mittels einer elektrischen Betäubungszange bei einer Spannung von 200 Volt und einer Stromstärke von 1,5 Ampere für 10 bis 15 Sekunden betäubt. Die betäubten Tiere wurden anschließend automatisch auf eine Rohrbahn gezogen und ca. 30 Sekunden nach der Betäubung hängend entblutet.

Es wurden nur die Tiere in die Prüfung miteinbezogen, die eindeutig durch die Betriebs- und die farbige Ohrmarke (Genotypkennzeichnung) identifizierbar waren.

▪ Schlachtung der Tiere des Erzeugerbetriebes C

Die Prüftiere des Erzeugerbetriebes C wurden im genücherten Zustand nach jeweils zwei Stunden Fahr- und Ruhezeit im Schlachthaus einer Lehr- und Versuchsanstalt für Tierzucht und Tierhaltung im Land Brandenburg geschlachtet. Alle dort geschlachteten Tiere wurden mittels Betäubungszange elektrisch betäubt (200 Volt, 1,5 Ampere, ca. 15 Sekunden) und hängend entblutet.

3.2.2 Erfassung der Prüfmerkmale

In die Auswertungen wurden nur die Tiere einbezogen, deren Schlachtkörper als tauglich bewertet wurden.

1. Dem aktuellen Schlachtprotokoll wurden folgende Kriterien entnommen:

- Pathologisch-anatomische Organbefunde über amtliche Fleischuntersuchung
- Schlachtkörperwarmmasse mittels Rohrbahnwaage, 45 min p.m.
- Muskelfleischanteil mittels FOM-Gerät
- Rückenspeckdicke mittels FOM-Gerät
- Handelsklasseneinstufung entsprechend Muskelfleischanteil (MF%):

E	> 55,0 MF%
U	54,9-50 MF%
R	49,9-45 MF%
O	44,9-40 MF%
P	< 39,9 MF%

2. Zum Zeitpunkt 45 min p.m. (± 5 min) wurden im Kühlraum der Schlachtbetriebe der pH-Wert und der Leitfähigkeitswert im M. long. dorsi meßtechnisch ermittelt.

3. Zum Zeitpunkt 24 h p.m. (± 2 h) wurden im Untersuchungslabor des Institutes für Fleischhygiene und -technologie der FU Berlin -Standort Mitte- der pH₂-Wert, der Wert des locker gebundenen Wassers und der Remissionswert meßtechnisch ermittelt.

4. Die Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes wurde in einem Umweltanalytischen Labor im Land Brandenburg vorgenommen.

3.2.3 Untersuchungen 45 min p.m.

Alle Messungen wurden an der linken Schlachtkörperhälfte vorgenommen; ausgenommen die Merkmale der Schlachtkörperklassifizierung.

- pH₁-Wert

Die pH₁-Wertermittlung erfolgte 45 min p.m. (± 5 min) gemäß der VwVFIHG im M. long. dorsi zwischen 13. und 14. Brustwirbelfortsatz.

Dabei wurde mit dem transportablen pH-Meter „pH-STAR CPU“ der Firma Matthäus (edelstahlummantelte Einstichmeßelektrode) gemessen. Die Kalibrierung des Gerätes erfolgte nach den Herstellerangaben (pH 4,01; pH 7,0).

- Elektrische Leitfähigkeit (Lf)

Die elektrische Leitfähigkeit wurde 45 min p.m. (± 5 min) als Lf₁-Wert im M.long.dorsi zwischen 13. und 14. Brustwirbelfortsatz nahe der pH₁-Wert-Meßposition bestimmt. Für die Messungen kam das Gerät „LF-STAR CPU“ der Firma Matthäus zum Einsatz, welches gemäß der Herstellerangaben kalibriert und bedient wurde.

3.2.4 Untersuchungen 24 h p.m.

Während der Zerlegung im Schlachtbetrieb wurde von den Schlachtkörpern der Prüftiere ein ca. dreiwirbelkörperstarkes Kotelettstück (12.-14. Brustwirbel) abgetrennt, einzeln und vor Lichteinwirkung geschützt verpackt sowie gekennzeichnet. Der Transport zum Labor erfolgte in den Sommermonaten unter Kühlung. Im Labor wurden ca. 24 h p.m. (± 2 h) der pH₂-Wert, der Wert für das locker gebundene Wasser und der Remissionswert meßtechnisch ermittelt.

- pH₂-Wert

Der pH₂ -Wert wurde gemäß der *VwVFIHG* mit dem Gerät „pH-Meter 761 Calimatic“ (Einstichmeßelektrode) der Firma Knick gemessen. Die Kalibrierung des Gerätes erfolgte nach den Herstellerangaben (pH 4,01; pH 7,0).

- Locker gebundenes Wasser (lgW)

Zur direkten Bestimmung des locker gebundenen Wassers in Fleisch wurde die Methode nach BEUTLING (1969) angewandt. Das Verfahren wurde 1972 patentiert [Nr. 75830 vom 05.03.1972, Int. Cl.: G 01a, 33/12, Kl. 42L, 9/50].

Dieser Methode entsprechend wurde aus dem Probenmaterial ein Muskelstück von 1 g eingewogen; frei von Fett oder anderen Anhaftungen. Die Fleischprobe und ein dem Zylinderlumen entsprechend großes Stück Metallgaze (Maschenweite 0,01 mm) wurden übereinander in den Kompressionszylinder auf den Preßkolben gelegt.

Danach konnte der Zylinderkopf aufgesetzt und verschraubt werden. Er diente einerseits während des Preßvorganges als Gegenlager und andererseits bildete er durch eine mittig angelegte Bohrung im Zylinderdeckel eine Haltevorrichtung für jeweils eine geeichte Meßkapillare. Die Meßkapillare mit einer Länge von 250 mm und einem Lumen von 2 mm war durch einen Präzisionsschliff an der Pipettenspitze gut in die Haltevorrichtung des Zylinderkopfes einpaßbar. Das schnelle Wechseln der Meßpipette war demzufolge ein unproblematischer Arbeitsschritt. Nach Aufsetzen der Meßkapillare konnte mittels Handpumpe ein Arbeitsdruck von mindestens 30 kp/cm² erzeugt werden. Dabei wurde die Fleischprobe durch den Kolben zusammengepreßt. Die Preßdauer betrug 5 Minuten. Durch die Metallgaze, die sich zwischen Fleisch und Zylinderdeckel befand, konnte ein Zurückhalten der Fleischprobe erreicht werden, so daß nur der während des Preßvorganges gebildete Preßsaft in der Meßkapillare nach oben stieg. Die geeichte Meßpipette ließ eine Ablesegenauigkeit von 1/100 ml mit einer entsprechenden Skalierung von 0,10 ml bis 0,60 ml zu. Nach erfolgter Ablesung konnte über ein Schnellablaßventil ein Druckausgleich erzielt werden. Die Fleischprobe und Metallgaze konnten nach Abnahme der Meßpipette und des Zylinderkopfes wieder aus dem Zylinder entnommen werden.

Es wurden Doppelbestimmungen durchgeführt, die aufgrund der baulichen Voraussetzungen des Gerätes (zwei parallel arbeitende Kolbensysteme) gleichzeitig ermittelt werden konnten.

- Remission

Die Farbhelligkeit als Remission in Prozent wurde mittels eines Spektralkolorimeters „Typ Spekol ZV“ und Remissionsmeßansatz „Typ R d/0“ der Fa. Zeiss Jena gemessen. Dazu wurde aus dem gekühlten Kotelettstück ein dem Meßeinsatz (Küvette) entsprechendes kreisförmiges Muskelfleischstück (\varnothing ca. 2,5 cm, ca. 1,5 cm hoch) entnommen. Als definierte Meßunterlage diente ein dem Remissionsmeßansatz zugehöriger geschwärzter Probenteller. Die Messung erfolgte bei $\lambda = 522$ nm (STEINHAUF et al., 1965). Der Remissionswert (%) war direkt ablesbar.

Die regelmäßige Eichung (Nullpunkteinstellung, Barytweißplatte als Bezugsstandard) wurde gemäß der Herstellervorgaben durchgeführt und nach jeweils 10 Messungen kontrolliert. Es wurden Doppelbestimmungen durchgeführt.

- Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)

Die Kotelettstücken wurden ca. 24 h p.m., überwiegend nach Abschluß der Laboruntersuchungen, einzeln bei -18 ° C eingefroren. In diesem Zustand wurden sie dem Umweltanalytischen Labor übergeben. Dort erfolgte nach dem Aufschlußverfahren nach *Weibull und Stoldt* (Salzsäureaufschluß) und der Fettextraktion nach der *Soxhlet-Methode* mit Petrolether die Bestimmung des IMF in Prozent (%).

3.3. Statistische Auswertungen

Die statistische Aufarbeitung des Untersuchungsmaterials erfolgte mit dem Programmpaket *SPSS für Windows 8.0*.

Für jedes Prüfmerkmal wurden deskriptiv nach den einzelnen Prüfpopulationen und überwiegend auch getrennt nach Geschlecht die Anzahl (n), der Mittelwert (\bar{x}), die Standardabweichung (s), der Maximal (max)- und der Minimal (min)-Wert bestimmt. Zur Überprüfung des Datenmaterials hinsichtlich der Verteilungsform in den einzel-

nen Prüfmerkmalen wurde der *Kolmogorov-Smirnov-Test* angewendet. Unter Annahme einer annähernden Normalverteilung wurden bei der weiterführenden Bearbeitung des Datenmaterials parametrische Testverfahren verwendet.

Mittelwertsunterschiede der intervallskalierten Prüfmerkmale zwischen den Genotypen, den Geschlechtern sowie zwischen den Untersuchungszeitpunkten wurden nach vorausgegangener Überprüfung der Homogenität der Varianzen mit Hilfe einer Varianzanalyse mit anschließendem multiplen Mittelwertsvergleich nach *Scheffé* geprüft. Die Tabellenausdrucke in den Anhangtabellen (s. Tab. A-1 bis Tab. A-10) zu den multiplen Mittelwertsvergleichen sind als Originalangabe des Programmpaketes unverändert übernommen worden.

Um ausgewählte prozentuale Häufigkeiten nach Klasseneinteilungen vergleichen zu können, wurden diese durch ein 95 %-Konfidenzintervall, unter der Voraussetzung einer Binomialverteilung für die beobachteten Häufigkeiten, ergänzt.

Zur Beschreibung der linearen Zusammenhänge annähernd normalverteilter Prüfmerkmale wurde der *Pearson'sche Korrelationskoeffizient* „*r*“ verwendet.

Bei den graphischen Darstellungen wurden Grafikvorgaben des Programmpaketes in Form von Histogrammen, Balkendiagrammen, Streudiagrammen und Boxplots genutzt.

Zur Einschätzung der Symmetrie der Verteilung, der Lage und der Variabilität der Prüfmerkmale wurde die Boxplot-Darstellung bevorzugt. Entsprechend der Angaben von KÄHLER (1998) wird durch die Box-Länge als Abstand zwischen dem 1. und 3. Quartilwert die Variabilität des Merkmals und durch die Lage des Median-Wertes innerhalb der Box die Symmetrie der Verteilung wiedergegeben. Die Variationsbreite wird durch die T-Linien zu beiden Seiten der Box veranschaulicht. Extremwerte (*) mit mehr als 3 Box-Längen Abstand von der Box sowie sogenannte Outlier-Werte (o) mit 1,5 bis 3 Box-Längen Abstand von der Box werden extra gekennzeichnet. Dabei wird neben dem entsprechenden Symbol (*; o) auch die dazugehörige Fallnummer angegeben.