

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik
(Direktor: Prof. Dr. habil. G. v. Lengerken)
der
Landwirtschaftlichen Fakultät
(Dekan: Prof. Dr. habil. W. Diepenbrock)
der
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

Fachgebiet: Tierzucht und Tierhaltung

**„Untersuchungen zur Zuchtplanung in einer
Dreirassenkreuzung am Beispiel des Sächsischen
Schweinezuchtverbandes e.V.“**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor agriculturarum (Dr. agr.)

vorgelegt von
Diplomagraringenieur
Uwe Wunsch

geb. am 11.05.1966
in Zwickau

Gutachter: Prof. Dr. habil. L. Schüler
Prof. Dr. habil. G. v. Lengerken
Prof. em. Dr. Drs. D. Fewson

Verteidigung am 18.05.1998

Halle/Saale 1998

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Tabellen	iv
Verzeichnis der Abbildungen	vi
Anhangsverzeichnis	vi
Verzeichnis der Abkürzungen	vii
1 Einleitung und Zielstellung	1
2 Literaturanalyse	3
2.1 Zuchtplanung	3
2.1.1 Grundlagen der Zuchtplanung	3
2.1.2 Methoden und Optimierungskriterien	5
2.1.3 Analyse der Zuchtzielmerkmale	8
2.1.4 Definition des Zuchtzieles	13
2.1.5 Ökonomische Gewichte	15
2.2 Prüfung und Selektion	19
2.2.1 Leistungsprüfung	19
2.2.2 Reinzucht- und Kreuzungsleistungen	25
2.2.3 Populationsumfänge	31
3 Material und Methode	35
3.1 Computerprogramm ZPLAN	35
3.2 Ausgangssituation und Annahmen für die Zuchtplanungsrechnungen	38
3.2.1 Zuchtprogramm und strukturelle Gliederung	38
3.2.2 Populationsstruktur	40
3.2.3 Kostenfaktoren und Investitionsparameter	42
3.2.4 Biologische und technologische Koeffizienten	45
3.2.5 Erfaßte Merkmale und Leistungsprüfungen	47
3.2.6 Selektionsgruppen und -indizes	52
3.2.7 Beschreibung der Zuchtpläne	55

4	Ergebnisse	57
4.1	Untersuchungen zu einzelnen Parametern der Ausgangsvariante	57
4.1.1	Ergebnisse (Zuchtplan A)	57
4.1.2	Variation verschiedener Faktoren des Züchtungserfolges	62
4.1.2.1	Reinzuchtanpaarungen der DL-Sauen	62
4.1.2.2	Untersuchungen zur Nutzungsdauer	64
4.1.2.3	Variation der Prüfplatzbelegung (optimierter Zuchtplan A)	66
4.1.2.4	Einfluß von Fremdgeneintrag und Kreuzungsleistungen	68
4.1.3	Beschreibung ökonomischer Gewichte	71
4.2	Einfluß verschiedener Prüfmethoden auf den Zuchtfortschritt und den Züchtungsgewinn	74
4.2.1	Stationsprüfung unter Einbeziehung der DE _{KR} -Nachkommen (Zuchtplan B)	81
4.2.2	Stationsprüfung unter Einbeziehung einer Eigenleistungsprüfung der DL-Jungeber (Zuchtplan C)	83
4.2.3	Stationsprüfung unter Einbeziehung einer Eigenleistungsprüfung der DL-Jungeber und der DE _{KR} -Nachkommen (Zuchtplan D)	85
4.2.4	Eigenleistungsprüfung aller Jungeber auf Station (Zuchtplan E)	87
4.2.5	Einsatz der Eber nach Eigenleistungsprüfung auf Station zur Erzeugung von Zuchtebern (Zuchtplan F)	89
5	Diskussion	91
6	Zusammenfassung	103
7	Summary	106
8	Literaturverzeichnis	109
9	Anhang	124

Thesen zur Dissertation

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Schätzwerte der genetischen Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen beim Schwein	29
Tabelle 2:	Verknüpfung der Leistungsinformationen in der Selektion der Eber und Sauen	40
Tabelle 3:	Variable Züchtungskosten (DM) und mittlerer Zeitpunkt des Kostenanfalles (Jahre) für das Zuchtprogramm	44
Tabelle 4:	Dauer der Investitionsperiode (Jahre) und Jahreszinssätze (Prozent)	45
Tabelle 5:	Biologische und technologische Koeffizienten der Ausgangsvariante	46
Tabelle 6:	Für die Planungsrechnungen verwendete Heritabilitäten (h^2), phänotypische Standardabweichungen (σ_P) und Grenznutzen (v) für die Merkmale im Zuchtziel und im Index	48
Tabelle 7:	In den Planungsrechnungen verwendete phänotypische und genetische Korrelationen innerhalb Rassen (phänotypische Korrelationen oberhalb, genetische Korrelationen unterhalb der Diagonale)	49
Tabelle 8:	Genetische Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen	50
Tabelle 9:	Die erfaßten Merkmale bei den verschiedenen Leistungsprüfungen	51
Tabelle 10:	Informationsquellen für die Zuchtwertschätzung der verschiedenen Selektionsgruppen (Zuchtpläne mit einer Eigenleistungsprüfung der Eber im Feld, zusätzlich erfaßte Merkmale bei der Eigenleistungsprüfung der Eber auf Station in Klammern)	53
Tabelle 11:	Darstellung der Unterschiede zwischen den untersuchten Zuchtplänen	56
Tabelle 12:	Naturaler und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall und Züchtungsertrag bei den verschiedenen Rassen und Gesamt sowie Züchtungskosten und Züchtungsgewinn je Sau in der Investitionsperiode für Zuchtplan A	59
Tabelle 13:	Prüfumfang beim Zuchtplan A nach Variation der Anzahl Testeber	61
Tabelle 14:	Monetärer Zuchtfortschritt, Züchtungsgewinn, Züchtungsertrag und Züchtungskosten bei Variation des Umfanges der in Reinzucht angepaarten Sauen der Deutschen Landrasse bei konstantem Eber-Sauen-Verhältnis und konstanter Anzahl DL-Sauen (alle Größen in DM)	62
Tabelle 15:	Monetärer Zuchtfortschritt, Züchtungsgewinn, Züchtungsertrag und Züchtungskosten bei Variation des Umfanges der in Reinzucht angepaarten Sauen der Deutschen Landrasse bei konstanter Anzahl eingesetzter DL-Eber und konstanter Anzahl DL-Sauen (alle Größen in DM)	63

Tabelle 16: Optimierte Nutzungsdauer (Monate) der Eber in der Reinzucht- und Kreuzungsstufe nach maximierten Züchtungsgewinn	64
Tabelle 17: Monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall und Züchtungsertrag bei den verschiedenen Rassen und Gesamt sowie Züchtungskosten und Züchtungsgewinn nach Optimierung der Nutzungsdauer	65
Tabelle 18: Naturaler und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall und Züchtungsertrag bei den verschiedenen Rassen und Gesamt sowie Züchtungskosten und Züchtungsgewinn für den optimierten Zuchtplan A	67
Tabelle 19: Prüfumfang für den optimierten Zuchtplan A nach Variation der Anzahl Testeber, Prüfgruppen je Testeber und Tiere je Prüfgruppe	68
Tabelle 20: Monetärer Zuchtfortschritt und Züchtungsertrag bei den verschiedenen Rassen und Gesamt sowie Züchtungskosten und Züchtungsgewinn unter Beachtung des Einflusses von Fremdgeneintrag und Kreuzungsleistungen im Index der in Reinzucht eingesetzten Eber	70
Tabelle 21: Mittlere ökonomische Gewichte über die Selektionsgruppen innerhalb der Rassen nach Wichtung der Grenznutzen mit ihren SDA-Werten	72
Tabelle 22: Ökonomische Gewichtung der Zuchtzielmerkmale (Prozent) der Rassen DL, DE und Pi nach Maßgabe ihrer genetisch nutzbaren Variation	72
Tabelle 23: Generationsintervall, monetärer Zuchtfortschritt je Jahr sowie Züchtungserträge, Züchtungskosten und Züchtungsgewinn je Sau während der Investitionsperiode für die verglichenen Zuchtpläne A bis F	75
Tabelle 24: Naturaler und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall sowie Züchtungserträge je Sau während der Investitionsperiode für die verglichenen Zuchtpläne A bis F der Deutschen Landrasse	76
Tabelle 25: Naturaler und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall sowie Züchtungserträge je Sau während der Investitionsperiode für die verglichenen Zuchtpläne A bis F des Deutschen Edelschweines	77
Tabelle 26: Naturaler und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall sowie Züchtungserträge je Sau während der Investitionsperiode für die verglichenen Zuchtpläne A bis F des Pietrains	78
Tabelle 27: Anzahl Testeber und Prüftiere je Testeber in Stations- und Feldprüfung sowie prozentuale Aufteilung der Stationskapazität auf die Herkünfte	80

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Schema einer Übertragungsmatrix für die Dreiwegkreuzung mit 16 Selektionsgruppen. Abstammung der Eltern (Genspender) in den Spalten, die Nachkommen (Genempfänger) in den Zeilen	36
Abbildung 2:	Schematische Darstellung des Zuchtprogrammes des Sächsischen Schweinezuchtverbandes e.V.	38
Abbildung 3:	Strukturelle Gliederung des Zuchtprogrammes und Verteilung des Sauen- und Eberbestandes auf die Zucht-, Vermehrungs- und Produktionsebene	41
Abbildung 4:	Schema der Übertragungsmatrix für die Dreiwegekreuzung mit 31 Selektionsgruppen. Abstammung der Eltern (Genspender) in den Spalten, die Nachkommen (Genempfänger) in den Zeilen, Selektionsgruppen (arab. Zahlen), Indexnummer (röm. Zahlen)	54

Anhangsverzeichnis

Anhang 1:	Eingabeparameterfile PAR des Computerprogrammes ZPLAN	124
Anhang 2:	Eingabematrix der phänotypischen Standardabweichungen und phänotypischen Korrelationen	134
Anhang 3:	Eingabematrix der Heritabilitäten und genetischen Korrelationen	135
Anhang 4:	Eingabeparameterfiles NBILD und NUMBER des Computerprogrammes ZPLAN	136

Verzeichnis der Abkürzungen

DE	Deutsches Edelschwein
DE _{KR}	DE-Eber an DL-Sauen angepaart
DE _{RZ}	DE-Eber an DE-Sauen angepaart
DL	Deutsche Landrasse
DL _{KR}	DL-Sauen mit DE-Eber angepaart
DL _{RZ}	DL-Sauen mit DL-Eber angepaart
DE _{KR}	DE-Eber an DL-Sauen angepaart
DE _{RZ}	DE-Eber an DE-Sauen angepaart
EP	Endprodukt (Pi (DE x DL))
F ₁	F ₁ - Generation (DE x DL)
FuA	Futteraufwand (kg/kg)
KRKS	kombinierte Selektion auf Reinzucht- und Kreuzungsleistungen
KZS	Selektion auf Kreuzungsleistungen
LGF	lebend geborene Ferkel je Wurf
LTZ	Lebenstagszunahme
MFA	Muskelfleischanteil (Fat-O-Meater Sonde)
pH ₁	pH-Wert (45 min. nach Schlachtung)
Pi	Pietrain
Pi _{KR}	Pi-Eber mit F ₁ -Sauen angepaart
Pi _{RZ}	Pi-Eber an Pi-Sauen angepaart
r _{rk}	genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung
RZS	Selektion auf Reinzuchtleistungen
SDA-Werte	Anzahl der standardisierten und diskontierten Merkmalsausprägungen
TZ	Prüftagszunahme
SSD	Ultraschall-Seitenspeckdicke
ZE	Zuchteber
ZS	Zuchtsauen

1 Einleitung und Zielstellung

Um am Markt zu bestehen, ist unter Beachtung künftiger Entwicklungen ein straff organisiertes und systematisch betriebenes Zuchtprogramm notwendig. Dies hat auch unter Beachtung der verschiedenen Organisationsformen der Schweinezucht zu erfolgen. Es sind Zuchtunternehmen, private Vereinigungen, von den Regierungen unterstützte Verbände bis hin zu genossenschaftlich ausgerichteten Zuchtorganisationen vertreten. Genetisch und ökonomisch begründete Zuchtprogramme werden von allen größeren Zucht- und Besamungsorganisationen in Deutschland, im EU-Raum und auch in Nordamerika durchgeführt. Besonders in Frankreich, Dänemark und den Niederlanden werden landesweite Zuchtprogramme mit intensivierter Leistungsprüfung bei allen relevanten Merkmalen betrieben, ständig weiterentwickelt und werbewirksam im Zuchtvieh- und Spermaverkauf eingesetzt. In Deutschland existiert kein nationales Zuchtprogramm. Die Herdbuchzüchter sind regional organisiert. Viele von ihnen befinden sich im Übergang zur Bildung von Hybridorganisationen. In den siebziger Jahren erhielt als eines der ersten das Bundesybridezuchtprogramm (BHZP) seine gegenwärtige Form. Auch Zuchtunternehmen sind zunehmend am Markt vertreten.

Die Schweinezucht und die Erzeugung von Schlachtschweinen ist erheblichen Marktschwankungen und wachsendem Konkurrenzdruck unterworfen. Diese Veränderungen bleiben auch in der sächsischen Schweinezucht nicht ohne Folgen. Hinzu kamen in den letzten Jahren wesentliche strukturelle Veränderungen. Die Ergebnisse vorangegangener Forschungsarbeiten können nur bedingt genutzt werden, da in der Rassestruktur des Zuchtschweinebestandes erhebliche Umschichtungen zu verzeichnen sind. Der notwendige Populationsumfang in den verschiedenen Ebenen der Zucht, Vermehrung und Produktion, ist unter Beachtung der Gegebenheiten neu zu analysieren und die Leistungsprüfung ist den neuen Bedingungen anzupassen.

Selektionssysteme und Hybridprogramme entwickeln sich über längere Zeiträume. Die Leistungsfähigkeit eines Zuchtprogrammes wird zunächst vom Zuchtfortschritt in der Basisstufe bestimmt. Wichtig ist aber auch die zeitliche Verzögerung, mit der dieser Zuchtfortschritt dem Produktionsbereich zur Verfügung gestellt werden kann. Die

ökonomische Effektivität ist abhängig von der Effizienz der einzelnen Phasen der Zucht und Vermehrung. Aus der Sicht zuchtplanerischer Arbeit ist es das Ziel, unter den gegebenen Bedingungen einzuschätzen, welches der möglichen Selektionsverfahren in Bezug auf genetischen Fortschritt und Wirtschaftlichkeit zu bevorzugen ist.

Bisherige Untersuchungen über wirtschaftliche Aspekte der Zuchtplanung beziehen sich im wesentlichen auf die Rinderzucht. Nur in wenigen Untersuchungen gab es Ergebnisse in der Schweinezucht, die sich in der Mehrzahl auf Kalkulationen innerhalb einer Rasse beziehen. Meist sind die Arbeiten zu Zuchtplanungsaspekten ohne Aufwandskalkulationen durchgeführt worden. In der vorliegenden Arbeit wurde erstmals der Versuch unternommen, ein Kreuzungszuchtprogramm als Ganzes mit Hilfe des an der Universität Hohenheim entwickelten EDV-Programmes ZPLAN (KARRAS *et al.*, 1993) abzubilden und den direkten Einfluß der beteiligten Rassen und deren gegenseitige Beeinflussung darzustellen. Die Untersuchungen beschränken sich hierbei auf eine Dreirassenkreuzung.

Das Ziel der Arbeit ist es, das Zuchtprogramm des Sächsischen Schweinezuchtverbandes e.V. in seiner Struktur und den gegenwärtigen Populationsparametern darzustellen und anhand verschiedener Planungsvarianten Vorschläge für eine bessere Wirksamkeit der züchterischen Arbeit unter den speziellen Bedingungen abzuleiten. Im wesentlichen werden damit folgende Arbeitsziele erfaßt:

- Erfassung aktueller züchterischer und ökonomischer Parameter
- Darstellung der ökonomischen Gewichtung von Merkmalen getrennt nach Rassen
- Analyse verschiedener Größenordnungen von Feldtestprogrammen
- Analyse der Auswirkungen einer unterschiedlichen Belegung der Prüfstation durch Tiere verschiedener genetischer Herkunft
- Quantifizierung der Auswirkungen von Intensivierungsschritten auf den Gesamtzuchtfortschritt und Züchtungsgewinn im Vergleich zu einer strukturell optimierten Ausgangsvariante
- Aufzeigung einer optimalen Organisationsstruktur für die Leistungsprüfung unter den gegebenen Bedingungen

2 Literaturanalyse

2.1 Zuchtplanung

2.1.1 Grundlagen der Zuchtplanung

Unter Zuchtplanung kann nach FEWSON (1980) die Erreichung eines zukunftsbezogenen Zuchtzieles durch den rationellen Einsatz verfügbarer Mittel verstanden werden. Sie ist gekennzeichnet durch:

- Ausrichtung auf ein zukunftsbezogenes Zuchtziel,
- Analyse der Abweichungen des Ist- vom Sollzustand des Zuchtprogrammes,
- Entwicklung alternativer Zuchtpläne unter Beachtung zukünftiger Rahmenbedingungen,
- Entscheidung für einen Zuchtplan,
- praktische Realisation des ausgewählten Zuchtplanes.

Das Ziel der Zuchtplanung ist einerseits, den pekuniär ausgedrückten züchterischen Fortschritt pro Zeiteinheit zu maximieren. SCHWEIG (1989) sieht als Hauptziel der Selektion die Maximierung des Züchtungsgewinns bei minimalem Risiko. Dabei sind als Planungseinheiten für Züchtungsinvestitionen abzugrenzen:

- gesamter Züchtungs- und Produktionsbereich, einschließlich der Zucht- und Besamungsorganisationen, d.h. die Populationen,
- KB-Organisationen oder
- Zucht- und Produktionsbetriebe.

Als Selektionsgrundlagen sind die zu nutzenden Informationsquellen sowie die Selektionsstufen für die Zuchttiere und der Einsatz der selektierten Tiere festzulegen. Für die durchzuführenden Leistungsprüfungen sind deren Art sowie der Umfang der zu prüfenden Tiere zu bestimmen. Es müssen zum einen die zu prüfenden Tiere und andererseits die zu erfassenden Leistungs- und Hilfsmerkmale definiert werden. Die Optimierung der Populationsstruktur ist ein wesentlicher Teilbereich der Zuchtplanung. Hierbei sind der Umfang der Zuchtpopulation, das Verhältnis zwischen männlichen und

weiblichen Tieren, die Nutzungsdauer der einzelnen Tiergruppen und der Einsatz der Vatertiere zu bestimmen.

Für die Übertragung des Zuchtfortschrittes ist zu entscheiden, über welche Wege er an die Nachkommen in Reinzucht und/oder Kreuzung weitergegeben werden soll. Für die Schweinezucht sind verschiedene Übertragungsmodelle vorhanden. Sie haben einen grundlegenden Einfluß auf die erforderlichen Tierzahlen im Züchtungsbereich und in der Vermehrungsstufe, den erreichbaren Zuchtfortschritt und dem genetischen Abstand zwischen Züchtungs- und Produktionsbereich.

Im Vergleich zur Reinzucht bestehen in der Kreuzungszucht einige Unterschiede bei der Ausführung der Planungsrechnungen. Für jede Rasse wird ein Teilzuchtplan aufgestellt, der neben der Sicherung der Eigenremontierung der Reinzuchtpopulation ausreichend Tiere für die Kreuzungsstufen bereitzustellen hat. Unter dieser Voraussetzung ist jeder Teilzuchtplan unabhängig von den Teilzuchtplänen der anderen Rassen. Erst mit Beginn der Optimierungsrechnungen findet eine gegenseitige Beeinflussung statt. Durch die Anwendung der Kreuzungszucht ergibt sich eine Aufspaltung in Züchtungs- und Produktionsbereich. Dazwischen kann ein Vermehrungsbereich eingefügt sein. Dieser wiederum kann in Abhängigkeit von der Zuchtstruktur als Reinzuchtvermehrung bzw. als Schritt zur Erstellung der F_1 -Generation in einer Dreiwegekreuzung definiert werden. Dabei ist es möglich, beim Übergang von einer in die nachfolgende Stufe Selektionsmaßnahmen durchzuführen.

Schwerpunkt bei zuchtplanerischen Rechnungen in Systemen der Kreuzungszucht ist die Berechnung des züchterischen Fortschrittes in der Reinzucht und deren Weitergabe in die Kreuzungsstufen bis zu den Endprodukten. Bedeutend für die Effizienz des Systemes ist die tatsächliche Übertragungsdauer des Zuchtfortschrittes von den Rassen bis zu den Endprodukten. Der in jeder Rasse errechnete jährliche Zuchtfortschritt aufgrund der Selektion in den Reinzuchtpopulationen kommt entsprechend dem Genanteil der einzelnen Rassen im Endprodukt als Leistungsverbesserung zum Tragen (DAENICKE, 1975). Der Abstand des genetischen Niveaus der Reinzuchtpopulationen zu den Endprodukten hängt im wesentlichen von der Höhe des erzielten Zuchtfortschrittes

in den Rassen der Zuchtstufe, von der Anzahl der dazwischenliegenden Generationen und von den Selektionsmaßnahmen beim Übergang von einer Stufe zur nächsten ab. Bei einer zusätzlichen Einbeziehung von Kreuzungsleistungen in die Selektion sind zusätzliche Merkmale mit den entsprechenden Parametern zu definieren und einzubeziehen.

2.1.2 Methoden und Optimierungskriterien

Züchtungsökonomische Untersuchungen haben in der heutigen Zeit einen beachtlichen Umfang erreicht und erstrecken sich von der Untersuchung der ökonomischen Bedeutung einzelner Selektionsmerkmale bis hin zur Optimierung ganzer Zuchtprogramme. Wichtige Kriterien der Zuchtprogrammbewertung sind nach OLLIVIER (1990):

1. Erzielung einer genetischen Verbesserung je Zeiteinheit,
2. Übertragung des Zuchtforschrittes in die Gebrauchszucht,
3. Kosten / Nutzen-Betrachtungen.

Die theoretische Basis für die Zuchtplanung legten HAZEL (1943) mit der Einführung der Theorie des Selektionsindex in die Tierzüchtung sowie RENDEL & ROBERTSON (1950), die den Ansatz für die Berechnung des Zuchtforschrittes pro Zeiteinheit für das Vier-Pfade-Modell aufstellten. MCCLINTOCK & CUNNINGHAM (1974) entwickelten die Genfluß-Methode, welche die Berücksichtigung und Diskontierung fluktuierender Züchtungserträge ermöglicht. Diese wurde von HILL (1974) sowie ELSSEN & MOCQUOT (1974) erweitert und in Matrixschreibweise überführt.

Anfänglich wurden als Bewertungskriterien von Zuchtprogrammen nur Teilkomponenten des gesamten Zuchtforschrittes verwendet, wie die genetische Überlegenheit oder die Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung. In der weiteren Entwicklung stellten RENDEL & ROBERTSON (1950) eine Formel für den Zuchtforschritt je Jahr in einer geschlossenen Population auf. Jedoch bleiben hier der Zuchtaufwand und der zeitliche Anfall des züchterischen Ertrages unberücksichtigt. Dies führte zur

Einführung finanzmathematischer Methoden. So werden erst in neuerer Zeit Züchtungskosten einbezogen und der Kapitalwert bzw. Züchtungsgewinn als Bewertungskriterium alternativer Zuchtpläne verwendet. Der Züchtungsgewinn ergibt sich aus der Differenz zwischen Züchtungsertrag und Züchtungskosten. Er wird für eine vorgegebene Ertragsdauer berechnet. Dabei werden die Auswirkungen einer Selektionsrunde betrachtet. Die Selektionsrunde bezieht sich auf alle züchterischen Maßnahmen, die im Laufe des Lebens aller in einem Bezugszeitraum geborenen Tiere durchgeführt werden. Die züchterischen Maßnahmen verursachen Kosten und führen zu Erträgen. Die Kosten fallen im relativ kurzem Zeitraum der Selektionsrunde an, d.h. etwa im Zeitraum eines Generationsintervalls. Da jede züchterische Arbeit Kosten verursacht, ergibt sich die Möglichkeit, daß eine Planungsvariante trotz hoher Verbesserung zu hohe Züchtungskosten verursacht und deshalb einer anderen, weniger Kosten verursachenden Variante mit geringerem Zuchtfortschritt unterlegen ist.

Die Züchtungserträge verteilen sich im Gegensatz zu den Kosten über mehrere Generationen von Nachkommen, die in einem vorgegebenen Investitionszeitraum die züchterisch verbesserten Merkmale realisieren (NITTER & GLADIKH, 1997). Der Ertrag ist also abhängig vom erzielten Zuchtfortschritt und dem Zeitpunkt der Realisierung des genetischen Fortschrittes bei den Endprodukten. Ein zu einem früheren Zeitpunkt anfallender genetischer Gewinn ist wertvoller als eine Leistungssteigerung, die erst später realisiert werden kann. Kosten, die lange vor der Nutzungsrealisierung anfallen, sind höher zu bewerten als kurz vorher entstehende Kosten.

Für die Zuchtplanung beim Schwein ist charakteristisch, daß der Zuchtfortschritt je Jahr, der Züchtungsertrag und der Züchtungsgewinn in einer engeren Beziehung stehen als bei anderen Spezies, bedingt durch das relativ kurze Generationsintervall und die hohen Nachkommenzahlen. Diese Parameter können nach NIEBEL & FEWSON (1979a) als etwa gleichrangig betrachtet werden. Der Züchtungsaufwand liefert dagegen zusätzliche Informationen zur Beurteilung der Eignung von Zuchtplänen, da Investitionsmittel für die Züchtung nur in begrenzter Höhe zur Verfügung stehen.

Der überwiegende Teil bisheriger Untersuchungen ist auf die Steigerung des

genetischen Fortschrittes in der Reinzuchtpopulation ausgerichtet. Es gehen aber viele Untersuchungen über die Reinzucht hinaus und haben, meist gestützt auf grundlegende Untersuchungen zur Kreuzungszucht von MOAV (1966) und DICKERSON (1974), die optimierte Strategie der Hybridschweineproduktion einschließlich der Reinzucht für ein Land, einen Hybridverband oder einen einzelnen Betrieb zum Ziel. Die Mehrzahl der zuchtplanerischen Berechnungen ist an der Steigerung des Zuchtfortschrittes ausgerichtet und enthält ökonomische Gewichtungen (ENGLISCH & FECHNER, 1983; RÖHE, 1991; KRIETER, 1994), jedoch keine Züchtungskosten. Von POUTOUS & VISSAC (1962) wurden erstmalig Aufwendungen für die Zuchtarbeit in die Berechnungen einbezogen und Erhebungen zum Einsatz ungeprüfter und nachkommenschaftsgeprüfter Bullen in der Rinderzucht angestellt. In der Arbeit von DAENICKE (1975) wurde in einem Simulationsprogramm eine Dreiwegekreuzung zur Hybridschweineerzeugung analysiert, und es wurden Züchtungskosten einbezogen. Methodisch wurde wie bei Rechnungen für die Zuchtplanung in Reinzucht beim Zweinutzungsrind nach NIEBEL (1974) vorgegangen. Bei diesen Arbeiten standen die Optimierung des Züchtungsgewinnes und des monetären Zuchtfortschrittes im Vordergrund. Der monetäre Zuchtfortschritt wird ermittelt, indem die naturalen Zuchtfortschritte je Jahr in den einzelnen Zuchtzielmerkmalen, berechnet nach der Formel von RENDEL & ROBERTSON (1950), mit dem jeweiligen Grenznutzen multipliziert und aufaddiert werden.

GREGOR (1979) und DRZEWICKIE (1980) entwickelten in Anlehnung an die Modelle von JAKUBEC & FEWSON (1970), NIEBEL (1974), DAENICKE (1975) sowie TRAPPMANN (1978) Simulationsprogramme für die Dreiwegekreuzung und das kombinierte Kreuzungsverfahren. THIELE (1983) nutzte diesen Ansatz für Modellsimulationen verschiedener kontinuierlicher und diskontinuierlicher Kreuzungsverfahren. Auch SILER *et al.* (1977), BÖCKENHOFF *et al.* (1977) und GREGOR *et al.* (1983) verglichen die Effizienz verschiedener Zuchtprogramme. SCHMID (1984) führte Rechnungen zur Optimierung einer Einfachkreuzung durch. In den aufgeführten Arbeiten wurden somit beide Problemkreise, sowohl die Optimierung der Zuchtarbeit in der Reinzucht als auch die Optimierung der Kreuzungszucht beim Schwein betrachtet.

Neben den Kriterien monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Züchtungsertrag und

Züchtungsgewinn können bei speziellen Fragestellungen auch weitere Bewertungskriterien für Zuchtpläne einbezogen werden, wie:

- die Pay-Off-Periode (Kapitalrückflußdauer),
- die interne Verzinsung,
- die marginale interne Verzinsung,
- der naturale Zuchtfortschritt je Jahr für Einzelmerkmale.

2.1.3 Analyse der Zuchtzielmerkmale

Nach GJERDEM (1972) sind alle wirtschaftlich bedeutenden Merkmale in das Zuchtziel zu integrieren. Bei der Entscheidung, ob ein Merkmal in die Selektion einbezogen werden soll, sind zwei Schritte notwendig. Zuerst ist zu entscheiden, ob eine ausreichende genetische Variation des Merkmals existiert und der ökonomische Wert einer Standardabweichung genügend hoch ist. Im zweiten Schritt sind die Kosten bezogen auf alternative Selektionsstrategien zu berücksichtigen. Bei der Vielzahl der Merkmale, die in der Leistungsprüfung gemessen werden, ist es weder möglich noch sinnvoll, alle gemessenen Merkmale in das Zuchtziel einzubeziehen, da die ökonomischen Gewichte nicht immer zu ermitteln sind bzw. der Zuchtfortschritt je Merkmal zu gering wird. Das Zuchtziel sollte aber aus allen Leistungskomplexen Merkmale enthalten (SCHÜLER *et al.*, 1986). Existieren für einen Leistungskomplex mehrere Merkmale, so sollte unter diesen das ökonomisch bedeutendste und am sichersten meßbare Merkmal ausgewählt werden. Bei der Auswahl ist auch die genetische Korrelation der Merkmale untereinander zu berücksichtigen.

Reproduktionsleistung

Aufgrund der niedrigen Erblichkeitsgrade, geringer genetischer Varianzen und den in der Vergangenheit unzureichenden Möglichkeiten genaue Zuchtwerte zu schätzen, ist die Reproduktionsleistung züchterisch schwer zu bearbeiten (GÖTZ & GLODEK, 1993). Im Gegensatz zu den Produktionsmerkmalen hat sich in den letzten Jahrzehnten für die Wurfgröße bei Geburt keine genetische und phänotypische Veränderung ergeben

(PFEIFFER, 1987; GÖTZ & GLODEK, 1993), und in einigen Fällen wurden sogar negative genetische Trends als wahrscheinliche Folge eines zu niedrigen Selektionsdruckes auf die Wurfgröße ermittelt (JOHANNSON, 1981). SKJERVOLD (1977), RITTER *et al.* (1982) und FALKENBERG *et al.* (1988) zeigten eine mögliche Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistung durch Standardisierung der Würfe, Selektion auf Wurfmasse, und die Einbeziehung der großmütterlichen Reproduktionsleistung auf. Selektion auf Ovulationsrate und Uteruskapazität erhöhen die Wurfgröße beträchtlich (BENNET & LEYMASTER, 1990), diese Merkmale sind aber aufwendig in der Erfassung.

Das Merkmal lebend geborener Ferkel ist dem wirtschaftlich höher gewichteten Merkmal abgesetzte Ferkel vorzuziehen, da das Merkmal eine höhere Heritabilität aufweist, ein geringerer Managementeinfluß besteht und die Datenerfassung nicht durch die übliche Standardisierung der Wurfgröße beeinträchtigt wird. Es wird sich deshalb als wichtigstes Merkmal zur Verbesserung der Fruchtbarkeit durchsetzen (RÖHE, 1996).

Die Reproduktionsleistung gewinnt durch sinkende Populationszahlen in den Reinzuchten und abnehmende Gewinne an Bedeutung. Dies trifft insbesondere zu, wenn das optimale Niveau der Fleischleistung erreicht ist und Daten aus der Produktionsstufe eingebunden werden können (HENNE, 1996). Zukünftige Zuchtpläne werden in steigendem Maße die Wurfgröße wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung in die Zuchtzielgestaltung einbeziehen. Nach den Untersuchungen von KRIETER (1994) ist mit einem Grenznutzen von 7.17 DM je zusätzlich geborenes Ferkel zu rechnen. Außerdem gewinnt die Reproduktionsleistung im Zuge der Annäherung des Magerfleischanteiles und anderer Produktionsmerkmale an ihr Optimum immer mehr an Gewicht (OLLIVIER, 1990; TÖLLE & TRAPPMANN, 1995).

Mehrere Autoren belegten, daß die Reproduktionsparameter durch Selektion auf Wachstumsmerkmale sich negativ veränderten (RYDHMER *et al.*, 1995). HERMESCH *et al.* (1995) stellen fest, daß LGF und pH_1 sich nicht gegenseitig beeinflussen, da die Korrelation sich nicht signifikant von Null unterscheidet. Sie finden ebenso keine Korrelationen zur Fleischqualität. Die Resultate dieser Studie zeigen dadurch, daß eine Selektion für eine höhere Wurfgröße die Fleischqualität nicht beeinflußt.

Mastleistung

Bei den Merkmalen der Mastleistung besitzt der Futteraufwand (FuA) als Merkmalsquotient (kg Futtermittel / kg Zunahme im Prüfabschnitt von 30 kg - 105 kg) die höchste Selektionswürdigkeit aufgrund der Heritabilität und den genetischen Korrelationen. Er ist in der Schweinezucht ein wichtiger Indikator für die Wachstumsleistung und Stoffwechseleffektivität der Tiere und ist rassespezifisch.

Die direkte Selektion auf Futteraufwand ist nicht unumstritten. Zum einen ist die direkte Selektion der Approximation durch einen linearen Index in Abhängigkeit der Heritabilitäten unterlegen bzw. gleichwertig (KRIETER, 1994). Zum anderen weisen lineare Indizes den Vorteil auf, daß die Selektionserfolge in den Einzelkomponenten vorhersagbar sind und das Verhältnis der Selektionserfolge der Teilkomponenten unabhängig von der Selektionsintensität ist. Für die direkte Selektion ist dagegen eine funktionale Beziehung zwischen Selektionsintensität und dem Zuchtfortschritt in den Einzelmerkmalen zu beobachten (GUNSETT, 1984; KRIETER, 1994). Bei der Einbeziehung des Merkmals Futterverzehr darf die Haltung und das Fütterungsregime nicht unbeachtet bleiben. Die Untersuchungen von VON FELDE *et al.* (1996) zeigen, daß der Futterverzehr ebenso wie der Futteraufwand unter Konkurrenz in Gruppenhaltung genetisch verschiedene Merkmale im Vergleich zur Einzelhaltung darstellen.

Das zweite Merkmal der Mastleistung ist die Tageszunahme (TZ). Durch eine Erhöhung des Wirtschaftlichkeitskoeffizienten der TZ kann auch eine indirekte Berücksichtigung des Futteraufwandes erfolgen (KRIETER, 1986). Neben diesen Merkmalen wird die Restfuttermittelaufnahme als Kriterium der Effizienzverbesserung diskutiert. Sie ist die Differenz des tatsächlichen und des aufgrund des Leistungs- und Erhaltungsbedarfs geschätzten Futterverzehrs definiert (KRIETER, 1994). KENNEDY *et al.* (1994) zeigen, daß die Selektion auf Restfuttermittelaufnahme und Teilkomponenten gleichbedeutend ist mit der Selektion auf Futtermittelaufnahme und Teilkomponenten. Demzufolge liefert die Restfuttermittelaufnahme keine zusätzliche Information.

Schlachtkörperwert

Da der Muskelfleischanteil (MFA) die Grundlage des gegenwärtigen Bezahlungssystems ist, kommt ihm bei der Zuchtzielsetzung eine zentrale Stellung zu. Es ist hier besonders darauf hinzuweisen, daß im Zuge einer Anpassung des Bezahlungssystems dieses Merkmal in seiner Zuchtzielsetzung stark vom Mittelwert der Population in der Produktionsstufe abhängig ist. Dieser hat grundlegende Bedeutung für die Bestimmung des Grenznutzens und somit für das ökonomische Gewicht. Zu beachten ist ebenfalls, daß das Bezahlungssystem nicht linear ist.

Die Klassifizierung, zum Beispiel mit der Fat-O-Meater-Sonde (FOM), stellt eine kostengünstige Bestimmung des MFA dar und läßt eine einfache Datenverarbeitung zu. Dies ist besonders nützlich für die Nachkommenprüfung von Besamungsebern unter praxisnahen Produktions- und Vermarktungsbedingungen (GLODEK, 1997), besonders bei der Ausschaltung vorher nicht erkannter Minusvarianten (WÖRNER, 1996).

Es ist davon auszugehen, daß der Fleischanteil zwischen 55 und 57 Prozent bei Endprodukten aufgrund des Merkmalsantagonismus zwischen MFA und Fleischbeschaffenheit betragen wird (VON LENGERKEN & WICKE, 1997). Die mit Ultraschall gemessenen Rückenspeck- bzw. Seitenspeckdicken sind aufgrund ihrer Heritabilität und den genetischen Korrelationen zu Zuchtzielmerkmalen beachtenswerte Hilfsmerkmale bei einer Eigenleistungsprüfung unter Feldbedingungen.

Fleischbeschaffenheit

Verschiedene europäische Länder beziehen die Fleischbeschaffenheit in ihre Selektion ein. Selektionsindizes mit Nebenbedingungen finden hier praktische Anwendung. Solche Indizes sollten wegen des Antagonismus zwischen der Fleischbeschaffenheit und den anderen Produktionsmerkmalen ein Absinken der Fleischbeschaffenheit verhindern bei nur mäßiger Reduzierung der gesamten Selektionseffizienz (OLLIVIER, 1990; HOVENIER *et al.*, 1994; HOFER & SCHWÖRER, 1995). Eine generelle Bezahlung nach Fleischbeschaffenheit ist bisher nicht eingeführt. Deshalb erfolgt die Einbeziehung der

Fleischbeschaffenheitsparameter im Rahmen der Indexselektion i.d.R. über die angestrebte naturale Leistungsveränderung (abhängig vom Halothanstatus, Rasse usw.), so daß die Merkmale im Gesamtzuchtwert gewichtet werden können (KRIETER, 1986). In Deutschland wird derzeit lediglich in einigen Markenfleischprogrammen die Fleischbeschaffenheit bei der Bezahlung berücksichtigt.

Eine Vorausbestimmung der im Schlachtprozeß entstehenden Fleischqualitätsmängel kann mit Hilfe von pH-Messungen vorgenommen werden (VON LENGERKEN *et al.*, 1998). Durch die Messung des pH-Wertes ist PSE-Fleisch früh erkennbar, zu einem Zeitpunkt zu der mit keiner anderen Methode PSE-Fleisch im Muskel relativ sicher festgestellt werden kann. Eine mehr oder weniger rasche Erhöhung der Leitfähigkeit ist je nach Ausprägung des PSE-Grades zu beobachten. Ähnliches gilt auch für die Impedanz, die zusätzlich zu der Leitfähigkeit auch die „Kondensatorwirkung“ der Lippiddoppelschicht der Zellmembran erfaßt. Beide Methoden sind in gleicher Weise geeignet, den PSE-Charakter von Schweinefleisch spätpostmortal (120 Minuten bis 50 Stunden) zu erkennen (HONIKEL *et al.*, 1998).

Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) hat unter den Fleischbeschaffenheitsmerkmalen die höchste Heritabilität (DE VRIES *et al.*, 1993; KNAPP *et al.*, 1996; HERMESCH, 1996). Nach BEJERHOLM & BARTON-GADE (1986) sowie SCHWÖRER (1988) ist der intramuskuläre Fettgehalt ein wichtiger Bestimmungsfaktor für die sensorische Fleischqualität und sollte in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt werden (LENGERKEN *et al.*, 1995). Allerdings ist aus züchterischer Sicht die Einbeziehung des IMF in den Gesamtzuchtwert in der gegenwärtigen Situation sehr kritisch zu hinterfragen. Der Gründe sind die sehr populationsspezifischen Heritabilitäten und Korrelationen (KNAPP *et al.*, 1996). Ausgehend davon, daß Auswirkungen auf den Geschmack erst bei etwa zwei Prozent zu erwarten sind, sind die Mittelwerte und Standardabweichungen bei dem derzeitigen Populationsniveau der verwendeten Rassen sehr gering, so daß ein Wechsel des Endstufenebers zur Verbesserung der Fleischbeschaffenheit (VON LENGERKEN & WICKE, 1997) eher erfolversprechender erscheint als eine langwierige züchterische Bearbeitung. Die Anhebung des intramuskulären Fettgehaltes über den Gesamtzuchtwert aufgrund der erheblichen Differenz zwischen dem Optimalwert und

dem derzeitigen Populationsniveau (KALLWEIT *et al.*, 1993) ist langwierig. Nach HOFER & SCHWÖRER (1996) kann aber bei entsprechender ökonomischer Gewichtung ein angestrebter IMF-Gehalt von 2 % innerhalb weniger Generationen erreicht werden. Die Gewichtung muß jedoch sehr hoch angesetzt werden (MÜLLER *et al.*, 1996). Zuvor ist aber die Korrelation zu den im Zuchtziel verwendeten Merkmalen eindeutig zu klären (BRANDT, 1996). Ähnliches trifft für die in der Diskussion befindlichen Merkmalen der Muskelstruktur und -funktion zu (LENGERKEN *et al.*, 1997).

2.1.4 Definition des Zuchtzieles

Für jede systematische Zuchtarbeit ist die Definition eines Gesamtzuchtwertes, der alle wirtschaftlich bedeutenden Leistungseigenschaften berücksichtigt, notwendig. Nach FEWSON (1967) ist das Zuchtziel auf eine Maximierung des wirtschaftlichen Erfolges im Produktionsbereich ausgerichtet. Entsprechend einer quantitativen Bestimmung des Zuchtzieles werden die einbezogenen Merkmale ökonomisch gewichtet und in einen kombinierten Zuchtwert überführt. Für landwirtschaftliche Nutztiere ist das Zuchtziel auf die Erzeugung von Tieren ausgerichtet, mit denen unter den künftig zu erwartenden Produktions- und Absatzbedingungen ein möglichst großer Gewinn erzielt werden kann (FEWSON, 1984). DE VRIES & KANIS (1994) vertreten, daß das Zuchtziel auf eine Maximierung des Gewinnes der Zuchtorganisation bezogen sein sollte. Dabei sind speziell für die Schweinezucht Merkmale der Mastleistung, des Schlachtkörperwertes, der Fleischbeschaffenheit und der Aufzuchtleistung zu berücksichtigen.

Die Kombination der Merkmale hängt in starkem Maße von den Produktionsbedingungen und der Entwicklung der Leistungsprüfungen ab. Während in den USA und Kanada im Zuchtziel sich die Rückenspeckdicke, das Alter bei 100 kg und die Anzahl lebend geborener Ferkel befinden (STEWART *et al.*, 1990), sind zum Beispiel in den mit PIGBLUP arbeitenden Betrieben in Australien (LONG *et al.*, 1992) neben der Rückenspeckdicke, den täglichen Zunahmen, der Futtermittelverwertung und der Anzahl lebendgeborener Ferkel auch Merkmale wie das 21-Tage Wurfgewicht enthalten (HENZELL, 1995). In den Zuchtzielen europäischer Schweinezüchter sind im

wesentlichen Merkmale enthalten, die auf zentralen Teststationen (Prüftagszunahmen, Futteraufwand, usw.) bzw. auf Schlachthöfen (Muskelfleischanteil, pH-Wert, usw.) erfaßt werden.

Bekanntlich hat die zeitweise ziemlich einseitige Betonung der Fleischwüchsigkeit bei der Selektion zu Mängeln in der Fleischbeschaffenheit und Fitness der Schweine modernen Typs geführt. Auch in der deutschen Schweinezucht sind derartige Effekte nicht ausgeblieben. Sie sind das Ergebnis unzureichend definierter und verfolgter Zuchtziele, die solche Lücken offenlassen (SCHAAF *et al.*, 1985). Eine eindeutige Definition des Zuchtzieles ist deshalb wesentlich und notwendig, wenn durch optimale Selektion für die Produktion der maximale Erfolg gesichert werden soll. Jede erfolgreiche Leistungszucht kann zu nachteiligen Reaktionen führen, wenn dabei wesentliche Kriterien im Zuchtziel (u.a. die genetischen Korrelationen zwischen den Zuchtzielmerkmalen) übersehen werden und daher unbeachtet bleiben.

Bei Anwendung der Kreuzungszucht mit differenzierten Vater- und Mutterassen sind unterschiedliche Zuchtziele für die beteiligten Populationen erforderlich. In den Vatterassen kann relativ einseitig auf hohe Produktionsleistung gezüchtet werden, da deren Veranlagung für eine hohe maternale Reproduktionsleistung im Produktionsbereich nicht genutzt wird. Dagegen sollte in den Mutterassen neben der Produktionsleistung verstärkt die maternale Reproduktionsleistung beachtet werden. Wenn in einem Planungsansatz die beteiligten Rassen sowie der Vermehrungs- und der Produktionsbereich enthalten sind, liefert die Einbeziehung der standardisierten und diskontierten Anzahl der Merkmalsrealisierungen (MCCLINTOCK & CUNNINGHAM, 1974; HILL, 1974; ELSÉN & MOCQUOT, 1974) die optimale Gewichtung der Zuchtzielmerkmale in den Rassen.

Die Definition des Zuchtzieles ist abhängig von den regionalen Produktionsbedingungen, dem Populationsniveau und den Wettbewerbsbedingungen. Eine weitere wichtige Rolle spielen zukünftige Entwicklungen. Weitere Änderungen können u.a. auftreten durch Futterzusätze, neue Rassen und der besseren Kenntnis des Genoms. Letztendlich müssen die Zuchtunternehmen und Zuchtverbände prüfen,

inwieweit zusätzliche Investitionen in die Leistungsprüfungen in Wettbewerbsvorteile und damit zusätzliche Marktanteile umgesetzt werden können.

2.1.5 Ökonomische Gewichte

Ökonomische Gewichte werden benötigt, um Merkmale im Zuchtziel entsprechend ihrer wirtschaftlichen Bedeutung zu wichten. Diese erlauben neben der Selektion nach einem Gesamtzuchtwert innerhalb der Rassen die Bewertung von Rassen oder Endprodukten und sind zugleich maßgebliche Bestimmungsgrößen für eine optimale Struktur von Zuchtprogrammen (BÖCKENHOFF *et al.*, 1977; DANNELL, 1980; OLLIVIER, 1986; KRIETER, 1994).

HAZEL (1943) definierte das wirtschaftliche Gewicht eines Merkmales als den zusätzlichen Ertrag, der nach Abzug der zusätzlichen Kosten bei Verbesserung der genetisch bedingten Leistung anfällt, wenn alle anderen Merkmale gleich bleiben. Nach BÖCKENHOFF *et al.* (1977) ist der Wirtschaftlichkeitskoeffizient eines Leistungsmerkmals der Grenznutzen, der durch die Erhöhung des betrachteten Merkmals um eine Einheit erzielt wird. Der Grenznutzen errechnet sich aus der Differenz zwischen monetären Grenzleistungen und Grenzkosten.

Zur Ermittlung der Grenznutzen einzelner Leistungsmerkmale sind mehrere rechentechnische Möglichkeiten vorhanden (GREIMEL *et al.*, 1993). MOAV *et al.* (1966) ermitteln die Wirtschaftlichkeitskoeffizienten mit Hilfe von Gewinnfunktionen. Dies ermöglicht die Berücksichtigung sämtlicher Erträge und Kosten eines Produktionssystems. Die berechneten Wirtschaftlichkeitskoeffizienten weisen einen nichtlinearen Verlauf auf. Sie nehmen mit steigendem Leistungsniveau ab. MOAV (1973) zeigt auf, daß sich die Höhe der Wirtschaftlichkeitskoeffizienten aus volks- und betriebswirtschaftlicher Sicht unterscheiden, wobei aus betriebswirtschaftlicher Sicht die Differenzierung zwischen Neuinvestoren und Landwirten, die bereits produzieren, unterschieden werden muß (MOHR *et al.*, 1993).

Die Festlegung von Gewichtsfaktoren ist mit Problemen verbunden. So sind diese durch die zeitabhängigen züchterischen Prozesse auf künftige nur begrenzt voraussagbare Kosten- und Preissituationen zu beziehen und an die Niveaushiftungen der Population anzupassen (FEWSON, 1980; GREIMEL *et al.*, 1993). Außerdem sind sie im Zeitwandel Änderungen durch den technischen Fortschritt oder der Rahmenbedingungen, wie z.B. Agrarreform, zu erwarten. Auch Veränderungen im Handelsklassensystem der Schlachthöfe spielen vor allem in der Schweineproduktion eine wesentliche Rolle. Wenn die ökonomischen Gewichte für Fleischqualitätsmerkmale sehr klein angesetzt werden, sind diese Merkmale für Selektionsprogramme nur interessant, wenn sie mit anderen ökonomisch bedeutenden positiv korreliert sind (WOLFOVA *et al.*, 1995). Da ökonomische Gewichte abhängig vom Produktions- und Preisniveau sind, können gegenwärtige ökonomische und Produktionsparameter nur genutzt werden, wenn geringe Änderungen der ökonomischen Situation zu erwarten sind.

In Planungsrechnungen zur Optimierung von Zuchtprogrammen beim Schwein wurde von DAENICKE (1975) und KALM (1978) der Grenznutzen als Wirtschaftlichkeitskoeffizient verwendet. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß zur damaligen Zeit noch nicht differenzierte Zuchtziele für Vater- und Mutterassen in die Betrachtungen einbezogen wurden. Unter dem Aspekt des unterschiedlichen Fleischanteiles der Rassen sprach aber schon zu dieser Zeit einiges gegen eine einheitliche Festlegung von Grenznutzen für alle Schweinepopulationen (SMITH, 1964), so daß gefordert wurde, bei der Festlegung der Grenznutzen diesem Aspekt Beachtung zu schenken (KALM, 1978). Auch kritisiert HOVENIER *et al.* (1994), daß meistens eine Unabhängigkeit der Grenznutzen der Merkmale vom Populationsmittel angenommen wird. Eine solche Abhängigkeit wird in neueren Grenznutzenkalkulationen berücksichtigt (MOHR *et al.*, 1993).

Es muß aber klar unterschieden werden, worauf die Zucht ausgerichtet ist, ob ein Reinzucht- oder Kreuzungssystem betrachtet wird. Ziel ist ein möglichst hoher Gewinn im Produktionsbereich. Dort sollten die wirtschaftlichen Gewichte definiert werden. Die Ableitung von Grenznutzen sollte demnach für die Produktionsstufe erfolgen, was aber

nicht zwangsläufig zu einer optimalen Definition des Zuchtzieles führt. Als Gründe lassen sich der Wettbewerb zwischen den Zuchtunternehmen, die unterschiedliche Realisierung (Anzahl, Zeitpunkt) der Reproduktions- und Produktionsmerkmale auf der Nukleus-, Vermehrungs- und Produktionsstufe sowie Genotyp-Umwelt-Interaktionen (Fruchtbarkeit, Produktion) nennen. Allein diese Aspekte verdeutlichen, daß eine allgemeingültige Festlegung von Grenznutzen nicht möglich ist (KRIETER, 1994).

Um den Gesamtzuchtwert eines Tieres zu ermitteln, existieren zwei Methoden. Zum einen werden die für Einzelmerkmale ermittelten Naturalzuchtwerte mit den entsprechenden Grenznutzenwerten multipliziert und summiert. Zum zweiten werden die standardisierten Einzelzuchtwerte mit den prozentualen ökonomischen Wichtungen, die durch Erfahrungswerte und Vermarktungsargumente festgelegt werden, multipliziert. Eine Veränderung bei der Festlegung der ökonomischen Gewichte brachte die Einbeziehung der standardisierten und diskontierten Anzahl der Merkmalsrealisierungen, der SDA-Werte (MCCLINTOCK & CUNNINGHAM, 1974). Die Methode läßt sich mit Nutzung der Genflußmethode auf eine wissenschaftlich begründete Basis stellen. Durch diese werden die für die Endstufe abgeleiteten Grenznutzen mit den SDA-Werten, die in Abhängigkeit von der Struktur des Kreuzungssystemes und den Populationsgrößen für die einzelnen Rassen errechnet werden, gewichtet. Diese sind unterschiedlich für jedes Zuchtzielmerkmal und in jeder Selektionsgruppe. Sie tragen somit den unterschiedlichen Zuchtzielen der Rassen Rechnung.

In Zusammenhang mit der Aufstellung des Gesamtzuchtwertes wird die diskontierte Anzahl der Merkmalsrealisierungen für die Definition der Wirtschaftlichkeitskoeffizienten herangezogen. Durch die Gewichtung der Grenznutzen mit den SDA-Werten wird erreicht, daß bei Selektion in einem Selektionspfad diejenigen Merkmale relativ stärker gewichtet werden, die eine höhere standardisierte und diskontierte Anzahl an Merkmalsrealisierungen erwarten lassen.

Die Auswirkungen einer Fehleinschätzung der Grenznutzenwerte untersuchten mehrere Autoren. HECKENBERGER (1991) analysierte die Wirkung auf den monetären

Selektionserfolg beim Zweinutzungsrind. Er kam zu dem Ergebnis, daß Fehleinschätzungen bei den Sekundärmerkmalen von 50% keine wesentlichen Auswirkungen auf den monetären Selektionserfolg hatten, aber die erwarteten naturalen Zuchtfortschritte eng korrelierter Merkmale deutlich beeinflußt wurden. Bei der Milch- und Fleischleistung sind demgegenüber relativ genaue Berechnungen notwendig. Das wird durch die Ergebnisse anderer Autoren (THIELE, 1983; GREIMEL, 1993) nur teilweise bestätigt. THIELE (1983) konstatiert keinen wesentlichen Effektivitätsverlust bei einer Unterbewertung von 50 Prozent und einer Überbewertung von 200 Prozent bei den Komplexen Futteraufwand und Ansatzleistung und stellt somit eine geringere Wirksamkeit einer Überbewertung fest. Er führt beides auf die anteilmäßige Verschiebung der partiellen Selektionserfolge zurück, die das Abpuffern stärkerer Veränderungen ermöglicht. WELLER (1994) bestätigt, ausgehend von einer hochgradigen Robustheit des Selektionsindex, daß relativ große Änderungen in den ökonomischen Gewichten, und dadurch in den Indexkoeffizienten der Teilmerkmale, nur geringe Effekte auf die korrelierten Erfolge der einzelnen Merkmale haben.

2.2 Prüfung und Selektion

2.2.1 Leistungsprüfung

Die Durchführung einer Leistungsprüfung schafft die Voraussetzungen für die Ermittlung des Zuchtwertes eines Tieres. Art und Umfang der Leistungsprüfung bestimmen die Genauigkeit des Zuchtwertes. Aus dem im Gesamtzuchtwert berücksichtigten Merkmalen sowie den Erwartungswerten für den züchterischen Fortschritt in Einzelmerkmalen ergibt sich oftmals die Notwendigkeit der Kombination von Stations- und Feldprüfung. Neben den angewandten Zucht- und Selektionsmethoden bestimmen vor allem auch die Auswahl und Selektionswürdigkeit der Merkmale, die genetisch und ökonomisch im Zuchtziel zum Ausdruck kommen, die Art und den Umfang der Leistungsprüfung.

Ein Zuchtprogramm beim Schwein besteht aus mehreren Stufen einer Pyramide, aber nur die Reinzuchtstufe bestimmt den Zuchtfortschritt. Die Selektion in der Reinzuchtstufe für Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes basiert auf Eigenleistungsprüfungen verbunden mit Verwandtenleistungen.

Die Einführung neuer Methoden in der Schweinezucht und damit verbundener Änderungen in der Leistungsprüfung ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht aktuell. Multiple Ovulation und Embryotransfer (MOET) ist bei Spezies mit hoher Nachkommenzahl je Anpaarung nicht effektiv im Vergleich zum Aufwand. Methoden der markergestützten Selektion (GÖTZ, 1996) mit sorgfältig ausgewählten Kandidatengenomen und Mikrosatelliten bedürfen noch umfangreicher Forschungsarbeiten. So ist zu erwarten, daß in den nächsten Jahren der Schwerpunkt auf der möglichst genauen Vorhersage des genetischen Wertes auf der Basis gegenwärtig anerkannter statistischer Methoden liegt, da markergestützte Selektion nur bei bestimmten günstigen Voraussetzungen besser ist als herkömmliche Selektion (SPELMAN & GARRICK, 1996).

Eine objektive Leistungsprüfung mit hoher Aussagefähigkeit und Zuverlässigkeit für den geschätzten Zuchtwert beeinflusst den Erfolg der künstlichen Selektion positiv.

Dabei ist zu beachten, daß dieser Erfolg vorrangig davon abhängt, inwieweit es gelingt, die von der Vermehrungsrate bestimmte Remontierungsmöglichkeit mit einer planvollen Leistungsselektion zu koppeln. Diese allgemeinen, nicht geringen Anforderungen an die Bedingungen der Leistungsprüfung sind nur mit entsprechenden ökonomischen Aufwendungen machbar.

Die multiplikativ verbundenen Faktoren des Selektionserfolges verhalten sich entgegengesetzt. Die Wahl des Prüfverfahrens beeinflusst die Länge des Generationsintervall sowie die mögliche Selektionsintensität. Bei begrenzter Kapazität einer Prüfstation verhalten sich die Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung und die Selektionsintensität gegenläufig. Die Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung ist neben der Heritabilität abhängig von den einbezogenen Informationsquellen. Besser als Vorfahren- und Halbgeschwisterleistungen lassen sich Vollgeschwisterleistungen als Informationsquellen nutzen. In Bezug auf die Prüfgruppengröße sollten zwei Tiere pro Voll- bzw. Halbgeschwistergruppe bevorzugt werden. Diese Tendenz ist unter anderen aus den Ergebnissen von NIEBEL & FEWSON (1979b) und BRISBANE & GIBSON (1995a) abzuleiten. Ist es möglich, Merkmale am Probanden selbst zu erfassen, so erlaubt deren Einbeziehung eine genauere Zuchtwertschätzung.

Die genaueste Variante ist die Nachkommenprüfung, die aber wiederum den Nachteil eines verlängerten Generationsintervalles besitzt. Diese heute noch am breitesten in Deutschland angewandte Methode (ZDS-BERICHT, 1996) führt nur zu befriedigenden Selektionsfortschritten bei einem geringen Eberbedarf. Bei einem großen Eberbedarf ist die Eigenleistungsprüfung überlegen (TRAPPMANN, 1978; SEHESTED & IANSSEN, 1991), obwohl mit einer größeren Unsicherheit der Zuchtwertschätzung zu rechnen ist. Diese Methode ist aber in den Landeszuchtverbänden Deutschlands nicht verbreitet. Sie wurde seit Beginn der siebziger Jahre in der DDR (PFEIFFER, 1987) praktiziert und wird gegenwärtig in mehreren europäischen Ländern, u.a. Norwegen (SEHESTED, 1995) und in Zuchtunternehmen (VON FELDE *et al.*, 1994) verstärkt angewandt.

Bei einer Berücksichtigung von Merkmalen im Zuchtziel, die nicht am lebenden Tier gemessen werden können, führt eine kombinierte Eigenleistungs- und Vollgeschwisterprüfung zu befriedigenden Ergebnissen. Bei dieser Methode werden

mehr Plätze für die reine Eigenleistungsprüfung benötigt, doch wird dies durch den Vorteil des verkürzten Generationsintervalles mehr als aufgehoben (HARTMANN & FEWSON, 1967; TRAPPMANN, 1978). Allgemein werden Zuchtprogramme mit Leistungsprüfung der Jungeber in einer zentralen Teststation (mit oder ohne geschlachteten Vollgeschwistern) als die besten angesehen. Programme mit Nachkommenprüfung erreichen dagegen durch ein verlängertes Generationsintervall weniger Zuchtfortschritt und werden deshalb als weniger effizient betrachtet, da eine genaue Zuchtwertschätzung für Produktionsmerkmale durch eine Kombination von Eigen- und Geschwisterleistungen bereits erreicht werden kann, ohne das Generationsintervall zu erhöhen (BRANDT & WÖRNER, 1994).

Durch die höhere Nachkommenzahl der Eber im Vergleich zu den Sauen kann die Anzahl der Eber wesentlich kleiner sein als die Anzahl der Sauen. Bei Natursprung ist das Eber-Sauen-Verhältnis etwa 1:30 bis 1:40, bei Anwendung der künstlichen Besamung schwankt es von 1:400 bis 1:1000. Dieses Potential wird aber gewöhnlich in Reinzuchtpopulationen wegen der Vermeidung von Inzucht nicht genutzt. In solch einer Situation führt eine Vergrößerung der Testkapazität bei konstanter Anzahl getesteter Eber zu einer steigenden Selektionsintensität der männlichen Tiere.

Unabhängig von der Paarungsstrategie hat die Verminderung der Prüfkapazität einen geringeren Zuchtfortschritt zur Folge, da die Selektionsintensität abnimmt. Gleichzeitig reduziert sich die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung aufgrund der geringeren Anzahl verfügbarer Halbgeschwisterinformationen (KRIETER, 1994). Durch eine Erhöhung der Populationsgröße bzw. der Testkapazität bei einer konstanten Anzahl von getesteten Ebern ergibt sich eine Steigerung der Familiengröße. Der Effekt der zunehmenden Familiengröße auf die Genauigkeit ist abhängig von der Heritabilität des Merkmals.

Hauptargumente für eine Prüfung auf Station sind die vergleichbaren Prüfbedingungen, vor allem bei der Eigenleistungsprüfung von Besamungsebern sowie die bessere Merkmalerfassung. Zur Erfassung der Futteraufnahme bzw. Futterverwertung kann nur eine Leistungsprüfung auf Station eine exakte Merkmalerfassung garantieren. Mit der Annäherung an die Produktionsverhältnisse über die Anwendung von Gruppenhaltung

und Abruffütterung (ad libitum) werden Genotyp-Umwelt-Interaktionen reduziert (VON FELDE *et al.*, 1996). Dies führt zu hohen Korrelationen zwischen Leistungen auf der Station und im Feld (VAN OIJEN & MERKS, 1995; BIDANEL *et al.*, 1995; FISCHER, 1998).

Vergleiche der Effizienz von Stations- und Feldtests sprechen, in Abhängigkeit von der Höhe der angenommenen Heritabilitäten und Korrelationen, mehr für eine Prüfung unter Feldbedingungen (SEHESTED & IANSSEN, 1991; VAN OIJEN & MERKS, 1995). BIDANEL *et al.* (1995) fanden keine klaren Differenzen zwischen den Zuchtstrategien, d.h. keinen Vorteil für die Teststation, ausgenommen für die Fleischqualität. Zum Beispiel richten aktuelle Zuchtziele in Frankreich für Large White, Landrasse- und Pietrainpopulationen darauf ab, Verschlechterungen des genetischen Niveaus des Fleischqualitätsindex zu vermeiden. Das erfordert ein Merkmal der Fleischqualität als Zuchtzielmerkmal anzunehmen und zu erfassen. Dies ist einfacher an einer begrenzten Anzahl von stationsgetesteten Tieren zu realisieren als bei Feldtesttieren. Teststationen sind also notwendig und nützlich, um genetische Trends für Merkmale zu erhalten, die nicht in aktuellen Zuchtzielen enthalten sind, aber in der Zukunft bedeutend sein können.

Nach BRANDT (1994) erscheint eine Diskussion über eine mögliche Stationsprüfung von Kreuzungstieren indiskutabel aufgrund von Kostengründen und möglicher Genotyp-Umwelt-Interaktionen. Deshalb sollte die Stationsprüfung der Eigenleistungsprüfung von Ebern in Reinzucht vorbehalten bleiben, um die Zuchtwerte aus Reinzuchtdaten möglichst genau zu schätzen.

Da die derzeit ökonomisch bedeutenden Merkmale wie der Muskelfleischanteil und die Nettozunahme (Schlachtgewicht bezogen auf das Lebensalter) im Feld einfach erfaßbar sind, ist BRANDT (1995) der Ansicht, daß die Nachkommenprüfung der Endprodukteber auf die derzeit ökonomisch bedeutenden Merkmale beschränkt bleiben kann, da diese Eber in Kreuzungszuchtprogrammen nicht zum kumulativen Zuchtfortschritt beitragen. Die Notwendigkeit einer Nachkommenprüfung erscheint aber unumstritten (WÖRNER, 1996; KRAPROTH & LOOFT, 1996).

Bei SEHESTED & JANSSEN (1991) führen Modellkalkulationen in nationalen

Zuchtprogrammen ohne Mastprüfanstalt, aber mit der gleichen Anzahl von Tieren im Feldtest zu einem höheren genetischen Fortschritt. Bei ihren Berechnungen sind Heritabilitäten in Mastprüfanstalten gleich oder kleiner als im Feldtest. WEI (1992) sowie MERKS & VAN OIJEN (1994) schlugen in Verbindung mit modernen Methoden der Zuchtwertschätzung ausgedehnte Feldprüfungen an Kreuzungstieren und die Nutzung von Reinzucht- und Kreuzungsleistungen vor, um nicht-additive Geneffekte zu nutzen. Sie folgerten daraus, daß diese erweiterten Selektionsschemata das genetische Interesse an Teststationen reduzieren. Obwohl konzeptionell von Interesse, ist diese Variante aufgrund eines unzureichenden zentralen Datenerfassungssystems in den meisten Ländern sehr schwierig zu realisieren. Auf der anderen Seite sind Feldtests notwendigerweise auf einfache und nicht zu teure Messungen begrenzt und damit unzureichend bei komplexen Zuchtzielen. Teststationen erscheinen deshalb unverzichtbar.

Bei einem gleichzeitigen Einsatz der Eber zur Produktion von Reinzucht- und Kreuzungsnachkommen stehen zum Zeitpunkt der Selektion für Jungeber und -sauen Eigenleistungs- und Geschwisterergebnisse als Reinzuchtleistung und Leistungen von väterlichen Halbgeschwistern als Kreuzungsleistung zur Verfügung (BRANDT, 1994). Das erfordert einen gezielten Einsatz der Eber in geeigneten Testbetrieben mit einer gelenkten Mast der anfallenden Kastraten und ermöglicht die Erfassung von Schlachtleistungsmerkmalen an den Kreuzungsgeschwistern der Jungeber. Durch eine gezielte Auswahl von Testbetrieben in der Vermehrung, Ferkelerzeugung und Mast läßt sich so eine kostengünstige Leistungsprüfung von Kreuzungstieren unter Produktionsbedingungen mittels elektronischer Tieridentifizierung organisieren (HILBIG *et al.*, 1995).

Aus den Ergebnissen von BRANDT & WÖRNER (1994) wird deutlich, daß für Endprodukteber eine Anzahl von ca. 10 Würfen (ca. 60 bis 80 Endprodukt-nachkommen) eine für die Zuchtwertschätzung genügende Genauigkeit erwarten läßt. Eine größere Nachkommenzahl erhöht die Kosten der Leistungsprüfung für den einzelnen Eber, ohne die Schätzgenauigkeit der Zuchtwerte wesentlich zu erhöhen. Eine Berücksichtigung der Fruchtbarkeitsleistungen von F₁-Sauen ist wünschenswert, obwohl die Schätzgenauigkeit dadurch nur unwesentlich erhöht werden

kann (BRANDT, 1994). Zum Zeitpunkt der Selektion der Jungeber ist eine Schätzung der Zuchtwerte für Fruchtbarkeit nur über Mutter- und andere Verwandtenleistungen möglich. Bei genügend langer Nutzungsdauer sollten die Fruchtbarkeitsleistungen der Kreuzungssauen als Nachkommenprüfung von Ebern genutzt werden. Nach GRANDJOT *et al.* (1996) sollten Eber frühestens gemerzt werden, wenn die Ergebnisse von mindestens 50 Belegungen vorliegen, die eine weit unterdurchschnittliche Leistung nachweisen.

Mit zunehmender Leistungshöhe und Leistungsdifferenzierung zwischen den Ausgangsrassen in Hybridprogrammen wird die Frage interessant, ob die Leistungsprüfung mit Reinzucht- und/oder Kreuzungsnachkommen sowie bei optimalem oder durchschnittlichem Ernährungsniveau zu erfolgen hat (FRITZSCHE, 1995). Kernprobleme bei der Gestaltung der Leistungsprüfung sind:

1. Sollte bei der Prüfung von Besamungsebern methodisch zwischen Mutter- und Vaterrassen bzw. bei letzteren zwischen Endprodukt- und Reinzuchtebern unterschieden werden ?
2. Sollte die Leistungsprüfung für die Merkmale differenziert, mit Reinzucht- und/oder Kreuzungsnachkommen erfolgen ?

Bei Beachtung des Aufwand-Nutzenverhältnisses, des Zeitfaktors beim Vorliegen der Information, dem Erblichkeitsgrad der Merkmale und der Sicherheit der Aussage sind folgende Fragen zu überprüfen:

- Eigenleistungsprüfung der Jungeber auf Station mit unterschiedlicher Wichtung der Merkmale im Index je nach Mutter- und Vaterrasse,
- Geschwisterprüfung in Reinzucht auf Station für Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes parallel zur Eigenleistungsprüfung,
- Geschwisterprüfung im Feld mit größerer Tierzahl auf Merkmale der Reproduktions- und Mastleistung sowie des Schlachtkörperwertes,
- Nachkommenprüfung von Endproduktebern im Feld auf Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes in Kreuzung (Feldtest).

2.2.2 **Reinzucht- und Kreuzungsleistungen**

Neben der Reinzucht ist die Kreuzung einer der beiden Grundpfeiler von Zuchtprogrammen. Kreuzungszucht wird angewandt, um Gebrauchstiere bei nahezu allen Arten von Nutztieren zu erzeugen, speziell bei Geflügel und Schweinen. Zielsetzung jedes Kreuzungszuchtprogrammes ist die Ausnutzung von Kombinationseffekten (Heterosis), komplementären Differenzen von Vater- und Mutterrassen und die Kompensation von negativen Beziehungen zwischen ökonomisch wichtigen Leistungsmerkmalen. Darüberhinaus kann die Aufteilung einer Population in spezielle Vater- und Mutterrassen zu höheren Selektionserfolgen führen, da in jeder Linie eine Beschränkung auf eine geringe Zahl von Selektionsmerkmalen möglich ist (TRAPPMANN, 1978).

Neben dem Kreuzungsverfahren hat die Populationsstruktur, also der Anteil an Sauen in der Basis-, Vermehrungs- und Ferkelerzeugerstufe einen großen Einfluß. In Planungsrechnungen über Kreuzungssysteme ist die Heterosis eine Konstante, wenn Kreuzungsverfahren und Populationsstruktur als konstant angenommen werden. Sie wirkt als ein fixer Faktor des Züchtungsertrages und hat keinen Einfluß auf die naturalen und monetären Zuchtfortschritte. Nicht zu vernachlässigen ist sie bei Vergleichen von verschiedenen Kreuzungsverfahren. Mit keinem Selektionsverfahren konnte allerdings bisher der Nachweis für eine selektive Verbesserung der Heterosis erbracht werden. Fortschritte bei der Erhöhung der allgemeinen Kombinationseignung beruhen in erster Linie auf einer züchterischen Verbesserung der additiv-genetischen Veranlagung der Rassen (GREGOR *et al.*, 1983).

Nach OROZCO (1986) und HARTMANN (1992) sollte das Zuchtziel mehr an der Kreuzungsleistung als an der Reinzuchtleistung orientiert werden, da das Endprodukt ein Kreuzungstier ist. Die meisten Selektionsmethoden sind jedoch optimal für die Verbesserung der Tiere innerhalb der Reinzuchtpopulationen. Die Einschätzung von Kreuzungszuchtssystemen kann nicht optimal sein, wenn sie sich auf die Selektionsverfahren der Reinzucht verläßt. Gewöhnlich wird angenommen, daß es eine Parallele zwischen der Verbesserung des Zuchtwertes innerhalb der Rasse mit dem der

Kreuzungsleistung gibt. Dies entspricht jedoch nicht immer der Realität, da die genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung gewöhnlich wesentlich kleiner als eins ist.

In den Studien von MCKAY & RAHNEFELD (1984) und MCLAREN *et al.* (1985) ist kein Vorteil für eine Selektion auf Kreuzungsleistungen (KZS) gegenüber einer Massenselektion auf die tägliche Zunahme durch ein verlängertes Generationsintervall zu erkennen. Dieser Nachteil ist nicht bedeutend, wenn väterliche Halbgeschwister genutzt werden. Diese Methode kann ein Teil der Antwort zu den Genotyp-Umwelt-Interaktionen in Schweinezuchtprogrammen sein, da die geringen genetischen Korrelationen zwischen Zuchtherden und Produktionsherden durch den Vergleich von Reinzucht- und Kreuzungstieren teilweise erklärt werden können. In jedem Fall ist durch die Einbeziehung von Kreuzungsleistungen in Schweinezuchtprogramme mit der Nutzung von nicht-additiven Genwirkungen zu rechnen (WEI, 1992). Hierzu ist notwendig, daß die betrachtete Spezies von ihrer Vermehrungsrate und ihrem Generationsintervall her dieser Selektionsmethode zugänglich ist (GÖTZ & GLODEK, 1993).

Die KZS wurde entwickelt, um die allgemeine (alle Typen von Effekten) und spezifische (keine additiven Effekte, Testgröße für das Vorhandensein nicht-additiver Effekte) Kreuzungseignung maximal zu nutzen. Mehrere Nachteile der KZS sind bekannt, und diese sind nicht immer durch uneffektive Selektion bedingt, sondern mehr ein Resultat der Versuchsplanung von Selektionsprogrammen. WEI (1992) kommt in einer umfangreichen Literaturstudie zu dem Schluß, daß viele Experimente zum Vergleich von KZS mit der Selektion auf Reinzuchtleistungen (RZS) innerhalb der Linien zu ungünstigen Ergebnissen für die KZS führen, weil:

1. unterschiedliche Selektionsintensitäten angewendet wurden,
2. KZS aufgrund von Nachkommenprüfung ein längeres Generationsintervall hatte,
3. die Ausgangspopulationen zu klein waren und
4. die Ausgangspopulationen zu wenig differenziert waren bzw. das Experiment nicht lange genug weitergeführt wurde.

WEI *et al.* (1991) zeigen, daß die Allelfrequenzdifferenz zwischen den Elternpopulationen einen wesentlichen Einfluß auf die genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung (r_{rk}) besitzt. Sie zogen folgende Konsequenzen:

1. Der Wert von r_{rk} ist kleiner eins im Fall der teilweisen Dominanz. Sie ist nur eins im Fall von keiner Dominanz und gleichen Genfrequenzen der Elternpopulationen. Er steigt mit wachsender Dominanz und fällt mit abnehmender Genfrequenzdifferenz zwischen den Elternpopulationen.
2. Da r_{rk} ein besserer Anzeiger als die Dominanz ist, um den Erfolg einer Selektionsmethode zu reflektieren, sollte r_{rk} ein besserer Anzeiger der Nutzbarkeit der KZS sein, zumindest für einen kurzen Zeitraum.
3. Die Veränderung von r_{rk} nach Langzeitselektion hängt vom Dominanzeffekt und der Selektionsmethode ab. Im Fall der teilweisen Dominanz erhöht sich der Wert von r_{rk} bei RZS und KZS. Jedoch wird im Fall der Überdominanz r_{rk} nach Langzeitselektion abnehmen. Die optimale Selektionsstrategie im Falle der teilweisen Dominanz würde die Kombination von Reinzucht- und Kreuzungsinformationen zu einem Index sein.

In einer weiteren Untersuchung von WEI & VAN DER WERF (1994) wird der Vorschlag einer kombinierten Kreuzungs- und Reinzuchtselektionsmethode (KRKS), d.h. dem Nutzen von Reinzucht- und Kreuzungsinformationen, unterbreitet, um Zuchtfortschritt bei Kreuzungstieren zu erreichen. Für den KRKS-Index wurde die Indextheorie angewandt. Der KRKS war unter allen Umständen besser als RZS und KZS. Die genetischen Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung (r_{rk}) und die Heritabilität der Kreuzungsleistungen sind entscheidende Faktoren im Vergleich. Der KRKS ist etwas besser als der RZS mit einer hohen r_{rk} und als der KZS bei kleiner r_{rk} . Der Zuchtfortschritt der Kreuzungen sank bei RZS und der KZS-Fortschritt war näher dem KRKS-Zuchtfortschritt, wenn h_k^2 anstieg. Unangepaßte Werte von r_{rk} reduzierten die Wirkung der KRZS beträchtlich, aber der KRKS erzielte trotzdem stets den größeren Zuchtfortschritt als der RZS, wenn die wahre r_{rk} positiv ist. Sie schlußfolgerten daraus, daß der KRKS in der Praxis angewendet werden sollte, v.a. in der Geflügel- und Schweinezucht.

Auch PREISINGER (1996) ist der Ansicht, daß bei Vorliegen von Reinzucht- und

Kreuzungsleistungen beide Informationen in einem Selektionsindex kombiniert werden sollten, damit eine Erhöhung der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung erreicht werden kann. Ob die Reinzucht- und Kreuzungsleistungen dabei als verschiedene Merkmale berücksichtigt werden müssen, hängt von der genetischen Beziehung zwischen beiden ab. Die Literaturergebnisse sind sehr widersprüchlich. Während KNAP (1988), MEIER (1990) sowie TRAPPMANN & KIRSTGEN (1995) von großen Unterschieden je nach Paarungspartner ausgehen, deuten andere Untersuchungen (GÖTZ & PESCHKE, 1993; BRANDT, 1994; SCHMUTZ *et al.*, 1994; FISCHER, 1998) an, daß von einer Korrelationen für Produktionsmerkmale nahe eins ausgegangen werden kann, wobei generell die Tendenz abzulesen ist, daß für Merkmale des Schlachtkörperwertes engere genetische Beziehungen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen bestehen als für das Wachstum (SCHMUTZ, 1996). Beim Reproduktionsmerkmal lebend geborene Ferkel zeigen die erzielten Werte ein Korrelation von > 0.6 (WONG *et al.*, 1971; FISCHER *et al.*, 1997; TÄUBERT *et al.*, 1998). Diese und weitere Schätzwerte aus der Literatur sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Ergebnisse vieler Berechnungen spiegeln die Abhängigkeit der Selektionserfolge von der genetischen Beziehung zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen wieder. Wie schon WEI *et al.* (1991) in einer Simulationsstudie zeigen, ist bei Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen von < 0.6 die Selektion auf Kreuzungsleistung erfolgreicher als eine Selektion auf Reinzuchtleistung. Für Produktionsmerkmale führte die Selektion auf Reinzuchtleistung zu höheren Selektionserfolgen als eine Selektion auf Kreuzungsleistung. Für die Fruchtbarkeitsmerkmale war es umgekehrt.

Tabelle 1: Schätzwerte der genetischen Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen beim Schwein

Autoren	Merkmal	Korrelation
WONG <i>et al.</i> (1971)	Speckdicke	> 1
	Tageszunahme	.55
	Futterverwertung	.09
	Index	.47
	lebend geborene Ferkel	.74
MCLAREN <i>et al.</i> (1985)	Speckdicke	.88
	Tageszunahme	.56
	Ferkelgewicht bei Geburt	.25 und .27
ENGLISCH <i>et al.</i> (1990)	Lebenstagszunahme	.10 und .06
	Tageszunahme	.39 und .19
	Futterverwertung	.28 und .28
	Fleisch-Speck-Quotient	.80 und .43
GÖTZ <i>et al.</i> (1993)	Zunahme	.26
	Futterverwertung	.14
	Fleischanteil	.52
	Fleischbeschaffenheit	.36
	Index	.42
BRANDT (1994)	Lebenstagszunahme	.4797
	Speckdicke	.54 ... 1.
TRAPPMANN & KIRSTGEN (1995)	Muskelfleischanteil	.75
	Tageszunahme	.66
SCHMUTZ <i>et al.</i> (1995)	Tageszunahme	.78
	Muskelfleischanteil	.87
	Fleischqualität	.97
MÜLLER & BERGFELD (1997)	Lebenstagszunahme	.84
	Speckdicke	.56
FISCHER <i>et al.</i> (1997)	lebend geborene Ferkel	.70
FISCHER (1998)	Lebenstagszunahme	.5580
	Speckdicke	.7989
	Muskelfleischanteil	.68 ... 1.
TÄUBERT <i>et al.</i> (1998)	lebend geborene Ferkel	.6999

BRANDT (1994) kommt anhand seiner Ergebnisse bei einer Vierrassenkreuzung zu dem Schluß, eine Selektion der Elterntiere auf der Basis von Reinzuchtleistungen einer Selektion auf der Basis der Informationen von Endprodukte unterlegen ist. Nach

SCHMUTZ *et al.* (1995) sind die genetischen Korrelationen zwischen den Leistungen der Reinzucht- und Kreuzungsnachkommen für MFA und Fleischqualität nahe eins. Deshalb kann gefolgert werden, daß Eber mit guten Ergebnissen bei Nachkommenprüfung in Reinzucht auch erfolgreich für Kreuzungen genutzt werden können. Die genetische Korrelation für TZ ist niedriger. Das zeigt den Einfluß von nicht-additiven genetischen Effekten wie Heterosis auf die TZ.

Um Schweinezuchtprogramme zu optimieren, sind Aussagen über die Kreuzungseignung der Ausgangspopulation erforderlich. Zur Beschreibung der Eigenschaften der Ausgangspopulationen in Kreuzungen werden sogenannte Kreuzungseffekte oder Kreuzungsparameter benutzt. Wenn möglich, sollten diese aus gezielten Kreuzungs-experimenten geschätzt werden. Die Schätzwerte solcher Effekte ermöglichen z. B. eine Entscheidung darüber, welche Populationen in Mutter- und welche in Vaterposition verwendet werden sollen, ob Reinzucht- oder Kreuzungstiere in der einen oder anderen Position vorteilhaft sind. Sie dienen zur Vorausschätzung der Leistung von Kreuzungen, die selbst nicht geprüft worden sind. Sie können in Profitfunktionen und sogenannte bioökonomische Modelle eingebaut werden (WOLF & HERRENDÖRFER, 1993).

Umfangreiche Experimente in der Schweinezucht zur Schätzung von Kreuzungsparametern wurden durchgeführt. In größerem Umfang wurde zum letzten Mal Anfang der siebziger Jahre in der Gründungsphase der deutschen Hybridzuchtssysteme systematisch nach leistungsfähigen Kreuzungen gesucht. Das Interesse ließ nach, nachdem festgestellt wurde, daß die Kombination Large White (Edelschwein) mit der Deutschen Landrasse in der Fruchtbarkeit allen übrigen Kombinationen mit westlichen Leistungsrassen überlegen war und man die Gesamtwirtschaftlichkeit der Kreuzungen mit hoher Genauigkeit aus den phänotypischen Leistungen der Linien Voraussagen konnte (GLODEK, 1974).

2.2.3 Populationsumfänge

In polypteren Spezies, wie z.B. bei Schweinen, kann die aktive Zuchtpopulation (Nukleus) im Vergleich zur Produktionsstufe relativ klein sein. Der im Nukleus erreichte genetische Fortschritt kann über lebende Tiere, künstliche Besamung oder einer Kombination aus beiden zu den nachfolgenden Einheiten übertragen werden. Daher sind die mit dem Nukleus verbundenen Kosten relativ gering (SEHESTED, 1995). Unter den Bedingungen des freien Marktes, mit Konkurrenz zwischen den Zuchtunternehmen und Verbänden, kommen auch diese Kosten unter Druck. Die großen Unternehmen (Aufzuchtbetriebe und Mäster) fordern hohe genetische Leistungsveranlagungen und niedrige Preise. Daher ist eine der wichtigsten Aufgaben die optimale Nutzung der in den Selektionsprogrammen verwendeten Ressourcen.

Die Kosten eines Selektionsprogrammes sind im allgemeinen eine lineare Funktion der Nukleusgröße und der Anzahl der getesteten Tiere. Die Züchtungserträge des Zuchtprogrammes sind eine nichtlinear abnehmende Funktion der gleichen Variablen. Es existiert ein Punkt, von dem aus eine weitere Vergrößerung des Nukleuses nicht mehr gewinnbringend ist. Das ist gewöhnlich nicht die für einen hohen Zuchtfortschritt optimale Größe. Aber da die Anstiege des Züchtungsertrages bis zu diesem Punkt geringer werden und die Steigerung der Kosten die des Züchtungsertrages übertreffen, sollte deshalb alternativen Investitionen Vorrang gegeben werden (SEHESTED, 1995). Am anderen Ende der Skala existiert jedoch eine Mindestgröße. Ein Zuchtverband bzw. Zuchtunternehmen benötigt genügend Tiere in jeder Rasse, um die Abnehmer mit der notwendigen Anzahl an Tieren zur Reproduktion der Eber und Sauen in den nachfolgenden Stufen zu versorgen.

Wichtig für die Bestimmung der erforderlichen Populationsgröße ist die Unterscheidung nach der Stellung der Rasse im Kreuzungssystem. Zum Beispiel kann die paternale Großvater rasse einer Vierwegkreuzung, wenn künstliche Besamung die dominierende Methode ist, theoretisch nur aus einem Eber bestehen. Im Fall einer Dreiwegkreuzung existiert in der Vater rasse ein wesentlich höherer Bedarf, da die Besamung einer hohen Anzahl an Produktionssauen abgesichert werden muß. Nach NIEBEL & FEWSON (1979c)

sollte der Umfang der Population aber nicht größer sein, als für die Eberproduktion erforderlich, da der Züchtungsgewinn ansteigt, wenn die Anzahl der Zuchtsauen vermindert wird. Der Minimalbedarf an Ebern bei den Mutterrassen ist dagegen gering. Die Mindestgrößen von Mutterrassen sind allgemein abhängig von der Anzahl der zu reproduzierenden Einfachkreuzungssauen und davon, ob reziproke Kreuzung praktiziert wird. Mögliche Minimalgrößen werden normalerweise nicht angewendet, um Inzucht und/oder Produktionsunsicherheit zu vermeiden.

Mit der Vorhersage einer effektiven Populationsgröße unter Selektion beschäftigte sich zuerst ROBERTSON (1961), der eine Formel zur Vorhersage der effektiven Größe von Populationen bestehend aus Vollgeschwistern ableitete, wenn die Selektion auf der Basis von phänotypischen Werten bzw. durch einen Index mit Familieninformationen durchgeführt wird. Er führte ebenfalls die Idee der Akkumulation von selektiven Vorteilen über Generationen ein. SANTIAGO & CABALLERO (1995) leiteten eine Formel für umfassendere Situationen ab, so für eine unterschiedliche Anzahl von männlichen und weiblichen Tieren und gezielter Anpaarung. Eine Erweiterung dieser Formel erfolgte durch NOMURA (1996). Er kalkulierte dabei mit einem Populationsumfang von 100 bis 120 Sauen. WRAY & THOMSON (1990) entwickelten eine Methode zur Schätzung der effektiven Größe von selektierten Populationen als eine Funktion des Mittelwertes und der Varianz auf die Beiträge der Ahnen in der ersten Generation zu den Nachkommen. WOOLLIAMS *et al.* (1993) vereinfachte diese rechentechnisch aufwendige Methode und leitete Formeln ab zur Vorhersage von Mittelwert und Varianz des Beitrages der Ahnen zu den Nachkommen. Zu beachten sind auch die Auswertungen von Selektionsexperimenten, so von GASARABWE (1997). Anhand seiner Ergebnisse sollte die effektive Populationsgröße mindestens 80 Tiere betragen.

Mit Hilfe eines stochastischen Modelles untersuchte DE ROO (1988b) die Effekte der Variation der Populationsgröße auf den Selektionserfolg und den Inzuchtkoeffizienten in einer geschlossenen Schweineherde. Mit 25, 50, 100 und 150 Sauen wurden 52, 66, 75 und 84 Prozent des maximalen Selektionserfolges einer unendlich großen Sauenherde erreicht. BELONSKY & KENNEDY (1988), TORO *et al.* (1988) als auch APPEL *et al.* (1991) wählten für ihre Simulation eine geschlossene Herde mit 100 Sauen.

BRISBANE & GIBSON (1995b) wählten für ihre Untersuchungen 64 bzw. 128 Sauen. RÖHE *et al.* (1993) errechneten bei einer Steigerung der Populationsgröße von 60 auf 180 Sauen einen Anstieg des Gesamtzuchtfortschrittes um 32 Prozent, wobei die Erhöhung der realisierten Selektionsintensität der bedeutendste Grund dafür war.

Die Varianten mit einer Erweiterung des Sauenbestandes wirken sich im allgemeinen positiv auf den Gesamtzuchtfortschritt aus. Dies ist mit der Erweiterung des Eber-Sauen-Verhältnis und der damit veränderten Remontierungsquote zu begründen. Nach KRIETER (1994) führt die Ausdehnung der Populationsgröße von 180 auf 360 Sauen bei konstanter Anzahl eingesetzter Eber zu einem Anstieg des Selektionserfolges von circa 17 Prozent. Als Ursache ist das höhere Selektionsdifferential auf der Eberseite zu nennen. Die Ausdehnung der Populationsgröße führte bei einem simultanen Einsatz von 8 Ebern zu einer Steigerung der Inzuchtrate gegenüber einer Bestandsgröße von 180 Sauen.

In den meisten Zuchtplänen wird eine Balance zwischen Zuchtfortschritt und Inzucht gesucht. Die Zunahme des Zuchtfortschrittes innerhalb eines kurzen Zeitraumes ist normalerweise mit einer Zunahme der Inzucht gekoppelt. Dies wiederum führt längerfristig zu abnehmenden Zuchtfortschritt durch Abnahme der Fitness und einem Verlust an genetischer Varianz. Die bedeutendsten Kennzeichen moderner Zuchtpläne die kurzfristig Zuchtfortschritt und Inzucht erhöhen sind:

- a) Nutzung von Verwandtenleistungen (d.h. BLUP unter Nutzung des Tiermodelles),
- b) wachsende weibliche Reproduktionsraten (d.h. Nutzung MOET, In-Vitro-Fertilisation),
- c) Selektion in einem jüngerem Alter, zunehmende Nutzung von Pedigree- als Nachkommeninformationen.

BRISBANE & GIBSON (1995b) verglichen in einer stochastischen Simulation Inzuchtraten und Zuchtfortschritt bei verschiedenen Strategien mit dem Ziel der Reduktion von Inzucht mit einem minimalen Effekt auf den Zuchtfortschritt bei verschiedenen Populationsgrößen und Anpaarungsverhältnissen. Dabei zeigten sie auf, daß unter Beachtung von Inzucht die von ihnen definierten neuen Selektionsstrategien die

gegenwärtig genutzten übertreffen. Sie stellten in ihren Untersuchungen außerdem fest, daß bei Selektion auf Basis der Zuchtwerte mit einer Restriktion der Anzahl selektierter Vollgeschwister durch neue Strategien eine Reduktion der Populationsgröße um 10-30 Prozent möglich bei ähnlichen Niveau von Inzuchtrate und Zuchtfortschritt ist. Bemerkenswert sind Ergebnisse, wonach in Bezug auf Inzucht eine kleinere Population tendentiell günstigere Werte aufweisen kann (RÖHE, 1991; KRIETER, 1994). Als Ursache wird die steigende Zahl der bei der Zuchtwertschätzung berücksichtigten väterlichen Halbgeschwister genannt. Somit führt die alleinige Erhöhung der Bestandsgröße nicht zwangsläufig zu einer Reduktion der Inzucht.

Die hier aufgeführten Simulationen erfolgten im wesentlichen ohne Beachtung der Züchtungskosten, die durch eine Erhöhung des Populationsumfanges und dem Umfang der Leistungsprüfungen anwachsen. Diese können bei einer Maximierung des Züchtungsgewinnes zu teils gegenläufigen Aussagen bei der Bewertung eines Zuchtplanes führen.

3 Material und Methode

3.1 Computerprogramm ZPLAN

Mit dem an der Universität Hohenheim entwickelten Computerprogramm ZPLAN (KARRAS *et al.*, 1993) wurden alle Planungsrechnungen ausgeführt. Die verwendeten Eingabefiles sind im Anhang dargestellt. Dieses Programm ermöglicht, ausgehend von genetischen, biologischen und ökonomischen Eingabeparametern, die Berechnung von für die Zuchtplanung wichtigen Kenngrößen, wie die jährlichen naturalen Zuchtfortschritte der Merkmale, den monetären Zuchtfortschritt für den Gesamtzuchtwert, den Züchtungsertrag sowie den Züchtungsgewinn für den angenommenen Investitionszeitraum. Das Programm ermöglicht sowohl Reinzucht- als auch Kreuzungssysteme mit einer oder mehreren Populationen sowie unterschiedlichen Zuchtebenen (z.B. Reinzucht- (Nukleus-), Vermehrungs- und/oder Produktionsstufe) zu definieren. Charakteristisch für ZPLAN sind folgende Eigenschaften:

1. Mehrmerkmalsmodell
2. Statischer, deterministischer Ansatz
3. Nutzung der Genflußmethode (HILL, 1974; ELSEN & MOCQUOT, 1974)
4. Verwendung der Selektionsindextheorie (HAZEL, 1943)
5. Einbeziehung der Zweistufenselektion (NIEBEL & FEWSON, 1978)
6. Kosten-Nutzen-Analyse für eine Selektionsmaßnahme
7. Zuchtfortschritt sowie Züchtungsgewinn als Vergleichskriterien von Zuchtplänen

Wesentlich in ZPLAN ist die Einbeziehung der Genflußmethode, wodurch die Berücksichtigung und Diskontierung von Züchtungserträgen möglich ist. Das wichtigste Ergebnis dieser Methode ist die standardisierte und diskontierte Anzahl der Realisierungen für die genetische Überlegenheit der verschiedenen Selektionsgruppen, die durch eine bestimmte Selektionsmaßnahme erzielt wurde. Bei der vergleichenden Bewertung alternativer Zuchtpläne werden Auswirkungen auf die entsprechenden Zielgrößen (Zuchtfortschritt, Züchtungsertrag usw.) innerhalb einer Selektionsrunde berücksichtigt. Unter einer Selektionsrunde werden alle züchterischen Maßnahmen

verstanden, welche sich auf die Tiere eines Jahrganges von der Geburt bis zur letzten Zuchtverwendung beziehen. Es wird unterstellt, daß für den betrachteten Investitionszeitraum die Selektionsstrategie sowie die genetischen, biologischen und ökonomischen Eingabeparameter konstant bleiben (statischer Ansatz). Mittels der Genflußmethode wird untersucht, wie die Gene von den Tieren einer Selektionsrunde auf die Nachkommen übertragen werden und sich anschließend in der gesamten Population ausbreiten.

	DL_ZE	DL_ZS	DE_ZE	DE_ZS	Pi_ZE	Pi_ZS	F ₁ _PS
DL_ZE	1	2					
DL_ZS	3	4					
DE_ZE			5	6			
DE_ZS			7	8			
Pi_ZE					9	10	
Pi_ZS					11	12	
F ₁ _PS		13	14				
EP					15		16

ZE	- Zuchteber	DL	- Deutsche Landrasse
ZS	- Zuchtsauen	DE	- Deutsches Edelschwein
PS	- Produktionssauen	Pi	- Pietrain
>	- erzeugen	F ₁	- F ₁ -Generation (DE x DL)
1, 5, 9	- Zuchteber > Zuchteber	EP	- Endprodukt (Pi (DE x DL))
2, 6, 10	- Zuchtsauen > Zuchteber	13	- Zuchtsauen > Produktionssauen
3, 7, 11	- Zuchteber > Zuchtsauen	14	- Zuchteber > Produktionssauen
4, 8, 12	- Zuchtsauen > Zuchteber	15	- Zuchteber > Endprodukte
		16	- Produktionssauen > Endprodukte

Abbildung 1: Schema einer Übertragungsmatrix für die Dreiwegkreuzung mit 16 Selektionsgruppen. Abstammung der Eltern (Genspender) in den Spalten, die Nachkommen (Genempfänger) in den Zeilen

Diese Berechnungen werden für jede Selektionsgruppe gesondert ausgeführt. In einer Selektionsgruppe werden alle Tiere zusammengefaßt, deren Rasse und Geschlecht identisch ist sowie für Nutzungsdauer, Überlebensrate und mittleres Alter bei der Geburt der ersten Nachkommen einen charakteristischen Mittelwert aufweisen. Außerdem

werden sie nach einem einheitlichen Selektionsindex mit einer bestimmten Selektionsintensität ausgewählt.

Die Aufteilung in Selektionsgruppen ist notwendig für die Aufstellung der Übertragungsmatrix, deren vereinfachte Darstellung in Abbildung 1 zu sehen ist. Sie besteht aus Reproduktions- und Alterungszeilen. Mit der Reproduktionszeile wird die genetische Zusammensetzung der Jungtiere eines Geschlechts beschrieben, d.h. welche Altersklassen der männlichen bzw. weiblichen Eltern an der Erstellung dieser Jungtiere beteiligt sind. Mit den Alterungszeilen wird der Alterungsprozeß der entsprechenden Jungtiere beschrieben. Die Übertragungsmatrix der Genflußmethode des Minimalplanes einer Dreiwegekreuzung beinhaltet 16 Selektionsgruppen und beschreibt den Aufbau des Züchtungs-, Vermehrungs- und Produktionsbereichs bei einem Vierpfademodell. Jeweils vier Selektionsgruppen sind je Rasse mindestens notwendig, um die drei Reinzuchtpopulationen zu beschreiben. Jede Rasse wird durch zwei Reproduktionszeilen bestimmt (erste männlich, zweite weiblich).

Für jede Selektionsgruppe ist zur Ermittlung der Züchtungserträge zu errechnen, wie sich die Genanteile auf die verschiedenen Geschlechtsaltersklassen in den einzelnen Jahren des Investitionszeitraumes verteilen. Nach welchen Formeln sich in ZPLAN die Zielgrößen natürlicher Zuchtfortschritt im Einzelmerkmal, monetärer Zuchtfortschritt im Gesamtzuchtwert, Züchtungsertrag sowie Züchtungsgewinn errechnen, wurde von NITTER *et al.* (1994), RIEDL (1996) sowie NITTER & GLADIKH (1997) detailliert beschrieben.

3.2 Ausgangssituation und Annahmen für die Zuchtplanungsrechnungen

3.2.1 Zuchtprogramm und strukturelle Gliederung

Die Basis des Zuchtprogrammes bildet eine Dreiwegekreuzung mit der Deutschen Landrasse (DL), dem Deutschen Edelschwein (DE) und dem Pietrain (Pi). Die Vermehrungsstufe dient dem Ziel, durch Verpaarung von Mutterrassen die F₁-Generation für die Reproduktion der Sauenbestände der ersten Kreuzungsstufe zu erzeugen. Aufgrund der Populationsstruktur werden Eber des Deutschen Edelschweines an Sauen der Deutschen Landrasse angepaart. Innerhalb der Produktionsstufe werden die Hybridsauen mit Ebern einer fleischbetonten Rasse verpaart. Das Anpaarungsschema ist in Abbildung 2 ersichtlich. Deutlich wird die unterschiedliche Distanz der Rassen und Geschlechter zum Endprodukt (EP).

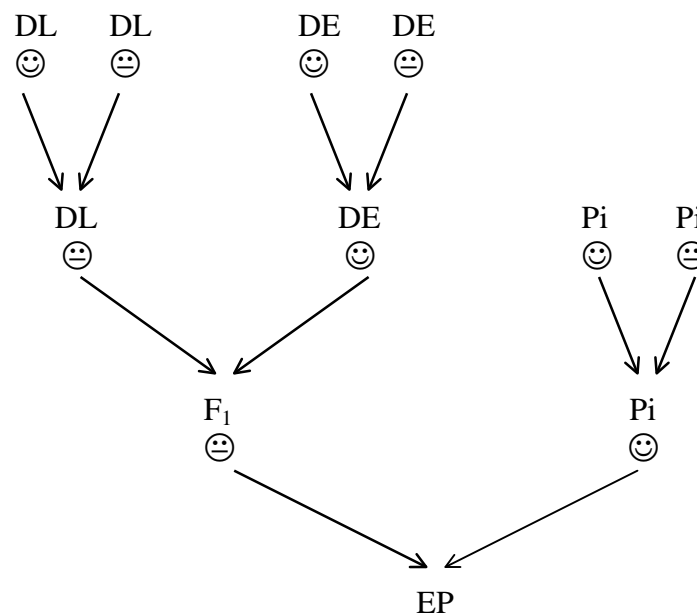


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Zuchtprogrammes des Sächsischen Schweinezuchtverbandes e.V.

Dieses Zuchtprogramm ist zum einen auf eine Steigerung in den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes der Endprodukte, zum anderen auf die

Ausnutzung der bedeutenden Hybrideffekte bei den Kreuzungssauen hinsichtlich ihrer Fruchtbarkeit ausgerichtet. Wesentlichen Voraussetzungen bilden dabei die Konzentration der Reinzucht in wenigen Betrieben, die betriebliche Spezialisierung in der Zuchtstufe sowie die vertikale Reproduktion der Sauenbestände.

Die Besamungsstationen Sachsens sind in den Zuchtverband integriert. Dies ist vorteilhaft für ein Zuchtprogramm, da in einer selbständigen Besamungsstation statt junger, vielversprechender Eber, oftmals die alten genau geprüften Vererber den Bestand dominieren und die optimale wirtschaftliche Ausnutzung deren Nutzungsdauer bestimmt. Andererseits ist die Besamungsstation in ihrem Angebot von der züchterischen Ausrichtung der regionalen Zuchtverbände abhängig. Sie können nur aus dem allgemeinen Eberangebot selektieren, spezielle Anforderungen sind nicht möglich (GÖTZ & PESCHKE, 1993). Eine in das Zuchtprogramm integrierte Besamungsstation ist wie der Zuchtverband auf die Erzielung eines hohen Zuchtfortschrittes ausgerichtet und hat bereits Einfluß auf die Anpaarungsplanung. Es ist dabei ebenfalls eine konsequentere Differenzierung der Nutzungsdauer der Eber in Reinzucht- und Kreuzungsanpaarungen möglich, da durch ein verringertes Generationsintervall in der Reinzucht ein erhöhter Zuchtfortschritt pro Zeiteinheit erwartet wird. Andererseits können die in Kreuzung eingesetzten Eber länger genutzt werden, da sie keinen Einfluß auf den aggregierten Zuchtfortschritt haben.

Ein wesentliches Problem für die vollständige Nutzung aller Leistungsinformationen ist die zeitlich weit auseinanderliegende Erfassung der Merkmale während der Nutzungsdauer der Zuchttiere. In die Selektion einbezogen wurden die in Tabelle 2 dargestellten Stufen. Die Auswahl der Eber erfolgt in einer Zweistufenselektion. Die erste Stufe ist durch eine hohe Selektionsintensität geprägt bei einem relativ ungenauen Zuchtwert. In der zweiten Stufe ist die Selektionsintensität geringer, während die Sicherheit des Zuchtwertes wesentlich höher ist. Bei den Sauen bildet die Erfassung der Eigenleistung nach etwa sieben Monaten die erste und die Anzahl lebend geborener Ferkel des ersten Wurfes die zweite Selektionsstufe. In der zweiten Selektionsstufe sind für die in Reinzucht angepaarten Eber Leistungsdaten ihrer Nachkommen aus der Stationsprüfung verfügbar. Für die in Kreuzung angepaarten Eber stehen Daten ihrer

Nachkommen aus dem Feldtest aufgrund des Einsatzes der elektronischen Identifizierung mittels Mikrochip auf Einzeltierbasis zur Verfügung (HILBIG *et al.*, 1995).

Tabelle 2: Verknüpfungen der Leistungsinformationen in der Selektion der Eber und Sauen

Leistungen	Zeit (Alter)	Eber	Sauen
Eltern- und Großelternleistungen ¹⁾	Geburt	1. SS	1. SS
Eigen- und Geschwisterleistungen ²⁾	7 Monate	1. SS	1. SS
Zuchtleistung des Probanden ³⁾	11 Monate	-	2. SS
Leistungen der Nachkommen ²⁾	18 Monate	2. SS	-

¹⁾ Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes sowie der Zuchtleistung
²⁾ Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes
³⁾ Merkmale der Zuchtleistung
 SS Selektionsstufe

3.2.2 Populationsstruktur

Im folgenden wird die Verteilung der Eber und Sauen dargestellt, die in das Zuchtprogramm eingebunden sind. Es sind jeweils Werte in Anlehnung an die aktuelle Situation angegeben (JAHRESBERICHT DES SSV 1996, 1997). In Bezug auf die strukturelle Gliederung verfügt der Sächsische Schweinezuchtverband gegenwärtig über die in Abbildung 3 dargestellten Voraussetzungen in den verschiedenen Stufen. Auffallend ist, daß eine höhere Anzahl von DE- und Pi-Ebern auf der Besamungsstation zu verzeichnen ist als bei dem gegebenen hohen Anteil der künstlichen Besamungen erwartet werden kann. Das ist dadurch bedingt, daß zum einen eine gewisse Flexibilität in Bezug auf genetische Herkunft und Inzucht in den Basiszuchten gegeben sein muß, zum anderen durch den diskontinuierlichen Bedarf der Betriebe sowie deren Forderung nach kurzzeit gelagertem Sperma und mangelnder Akzeptanz langzeitgelagertem Sperma.

In Hinblick auf die Aufteilung des Sauenbestandes auf die verschiedenen Stufen wird eine günstige Struktur deutlich. Für den mit zwei Prozent angegebenen Umfang der Basiszucht ist zu beachten, daß in dieser Zahl die in anderen Literaturangaben gesondert aufgeführten Sauen in der Reinzuchtzwischenvermehrung eingeschlossen sind. Der Anteil von sechs Prozent des Vermehrungsbereiches entspricht der Untergrenze des in der Literatur empfohlenen Bereiches. Dadurch ist der hohe Anteil von Sauen im Ferkelerzeugerbereich möglich.

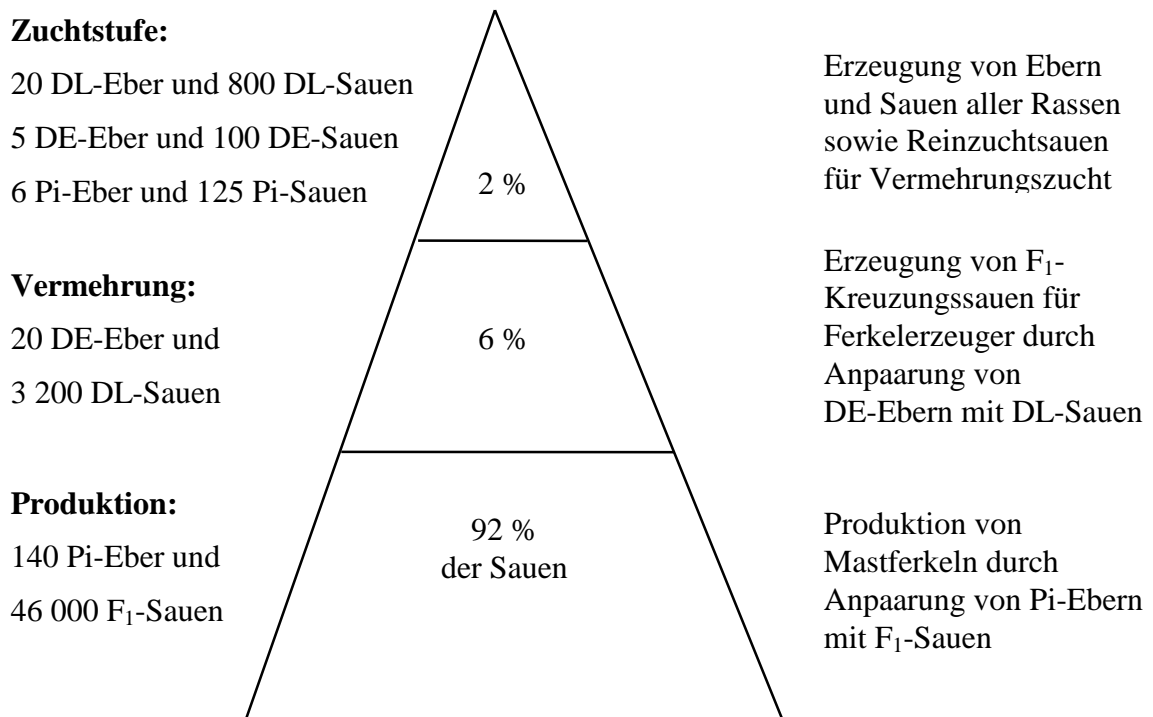


Abbildung 3: Strukturelle Gliederung des Zuchtprogrammes und Verteilung des Sauen- und Eberbestandes auf die Zucht-, Vermehrungs- und Produktionsebene

Damit ein Eber als nachkommengprüft eingestuft wird, gilt gegenwärtig die Anforderung, daß vier Nachkommengruppen zu mindestens zwei Reinzuchtieren die Mastprüfanstalt durchlaufen haben müssen. Durch die geringen Populationsgrößen für die Rassen DE und Pi sind diese Anforderungen an die Nachkommenprüfung auf Mastleistung und des Schlachtkörperwertes in Reinzucht von Ebern für die künstliche Besamung nur bei einem hohen Testanteil zu realisieren ist.

Bei der derzeitigen Populationsstruktur würde gegenüber vergleichbaren Populationen ein geringerer Zuchtfortschritt bei DE und Pi realisiert, da die Populationsumfänge und damit die Selektionsintensitäten niedriger sind. Deshalb und zur Vermeidung von Inzucht ist ein Jungeberzukauf aus anderen Zuchtgebieten empfehlenswert. Dieser Fremdgeneintrag in die einheimischen Populationen wurde im EDV-Programm simuliert. Dabei ist die Selektionsintensität in der ersten Selektionsstufe erhöht durch den Abzug der von außerhalb zugeführten Jungeber von der Anzahl zu selektierender Tiere aus der eigenen Population. Diese gehen dann zusammen mit den Ebern aus der Eigenreproduktion in den Testeinsatz. Da zugekaufte Eber teurer als Eber aus der Eigenreproduktion sind, wurde diese Differenz bei den Züchtungskosten berücksichtigt. Für die zugekauften Tiere wurden die gleichen genetischen und phänotypischen Parameter angenommen wie für die eigenen Eber.

3.2.3 Kostenfaktoren und Investitionsparameter

Neben Zuchtfortschritt und Ertrag eines Zuchtprogrammes müssen die Züchtungsaufwendungen berücksichtigt werden, um Aussagen über den wirtschaftlichen Erfolg treffen zu können. Die Erfassung des Aufwandes für die Zuchtarbeit ist erforderlich zur Berechnung des Züchtungsgewinns. Es werden nur die Kosten berücksichtigt, die direkt zur Durchführung des Zuchtprogrammes aufzuwenden sind. In diesem Sinne werden Fütterungs- und Haltungskosten von Zuchtsauen nicht als Züchtungs-, sondern als Produktionskosten betrachtet. Der Züchtungsaufwand ist in fixe und variable Kosten zu unterteilen.

Fixe Kosten

In den fixen Kosten sind vor allem die Aufwendungen des Zuchtverbandes für Löhne und Gehälter, Datenerfassung und -verarbeitung, Miet- und Reisekosten enthalten. Diese Kostenkomponenten werden zu Fixkosten zusammengefaßt, sofern sie sich auf die allgemeine Betreuung der Zuchttiere und nicht auf die Durchführung spezieller Selektionsmaßnahmen beziehen. In erster Linie hängt der Umfang der Fixkosten von

der Anzahl der Sauen im Züchtungsbereich ab. Aufgrund der Unterlagen des SSV e.V. wurden die Fixkosten für einen Zuchtverband mit einem entsprechenden Bestand an Zuchtsauen geschätzt. Als Fixkosten je Jahr wurden für eine Zuchtpopulation von 4000 Tieren 420 000.- DM angenommen

Variable Kosten

Die Kostenkomponenten der variablen Kosten ergeben sich nach SCHMID (1984) als das Produkt aus:

- Stückkosten,
- Anzahl der Aufwandseinheiten,
- Diskontierungsfaktor.

Zu den Stückkosten zählen (TRAPPMANN, 1978):

- Kosten für Zuchtleistungsprüfung,
- Kosten für Stationsprüfung,
- Kosten für die Feldprüfung.

Die in den Berechnungen verwendeten variablen Züchtungskosten sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Kosten für die Zuchtleistungsprüfung ergeben sich nur aus der Datenerhebung und der Datenverarbeitung. Bei der Stationsprüfung sind die tierspezifischen Kosten (Ferkelankauf, Futter, Einstreu, Dienstleistungen) sowie die Gebäude- und Maschinenkosten zu berücksichtigen. Von den Kosten ist die Erlös Komponente für den Schlachtwert der geprüften Tiere in Abzug zu bringen. Die Feldprüfung erfordert Aufwendungen für den zusätzlichen Arbeitskraft- und Platzbedarf für die Aufzucht von Jungsauen und Jungebern, Kosten für die Datenerfassung (Wägung, US-Messung, Kennzeichnung). Die Anzahl der Aufwandseinheiten ist abhängig von der Größe der Zuchtpopulation und dem durchgeführten Zuchtverfahren. Die Einbeziehung der Vermehrungsstufe erfordert zusätzliche Aufwendungen für Jungsauenaufzucht und Selektion. Außerdem ist in der Zucht- und Vermehrungsstufe mit Mindererlösen für Nebenprodukte zu rechnen.

Die Kosten für die Nachkommenprüfung der Eber im Feld sind unterteilt in anfallende Kosten je Sau und Wurf (30.- DM) und Kosten in Abhängigkeit von der geprüften Anzahl Ferkel je Sau. Zu den 30.- DM werden je getesteten Ferkel 7.50 DM addiert, um die Differenz in den Kosten pro getesteten Wurf in Abhängigkeit der Anzahl geprüfter Tiere je Wurf darstellen zu können. Die Kosten für die Eigenleistungsprüfung im Feld entstehen durch das Wiegen der Probanden, einer Ultraschallmessung der Seitenspeckdicke und der Erstellung des Leistungs- und Abstammungsnachweises. Die Zuchtleistungsprüfung der Sau dient zur Erfassung der Ferkel- und Zitzenzahl sowie von Anomalien. Mehrkosten für die Haltung eines Testebers auf Station sind in die Kosten einbezogen worden, um zu berücksichtigen, daß eine durch züchterische Zielstellungen zu erhöhende Anzahl an Testebern auch Kosten verursacht, obwohl mit einer geringeren Zahl an Testebern die Remontierung des Bestandes gesichert ist.

Die hier aufgeführten Kostenfaktoren enthalten keine Transferzahlungen, da diese in einer Kosten-Nutzen-Analyse sich auf den gesamten Züchtungs- und Produktionsbereich bezieht. Für eine solche mehr gesamtwirtschaftliche Betrachtungsweise ist als Hauptgrund anzuführen, daß weder der Zuchtverband, die KB-Organisation und die Organisatoren der Leistungsprüfung noch der Züchter unabhängig voneinander Zuchtpläne aufstellen und durchführen können. Es kommt hinzu, daß das Land als wesentlicher Investor auftritt. In Tabelle 3 dargestellte Kosten wurden berücksichtigt.

Tabelle 3: Variable Züchtungskosten (DM) und mittlerer Zeitpunkt des Kostenanfalles (Jahre) für das Zuchtprogramm

Variable Züchtungskosten	DM	Jahre
- Nachkommenprüfung der Eber im Feld		
- pro Sau und Wurf	30.-	.3
- pro Ferkel	7.50	.3
- Stationsprüfung je Proband	130.-	.4
- Ausschachtung je Tier auf Station	35.-	.6
- Eigenleistungsprüfung im Feld	12.-	.6
- Zuchtleistungsprüfung Sau	20.-	1.
- Mehrkosten bei Zukauf eines Fremdebers	1500.-	.6
- Anteilige Kosten für Haltung eines Testebers auf Station	600.-	1.4

Investitionsparameter

Für Zuchtplanungsrechnungen ist die Anwendung der Investitionstheorie unumgänglich, da sich der Anfall der Kosten- und Ertragskomponenten auf unterschiedliche Zeiträume verteilt. Es wird vom jährlichen Realzins ausgegangen. Für die Zuchtplanung beim Schwein muß aber ein erhöhtes Risiko im Kalkulationszinssatz berücksichtigt werden, weil zum Beispiel das Zuchtmaterial im Vergleich zu anderen Tierarten leicht durch eine andere Herkunft ersetzt werden kann. Er wird mit sechs Prozent angenommen.

Eine Kosten-Nutzen-Analyse von Zuchtprogrammen erfolgt in zwei Schritten. Erst werden zukünftige Erträge und Kosten berechnet. Darauf folgend werden sie aggregiert und auf den gegenwärtigen Zeitpunkt diskontiert. Ein Zeitraum von etwa vier bis fünf Generationen (zehn Jahre) erscheint als Investitionsdauer angemessen. Zwei Generationen dienen der Übertragung des Zuchtfortschrittes und zwei bis drei Generationen der Kumulation der Züchtungserträge. Die in der Studie genutzten Investitionsparameter sind folgende:

Tabelle 4: Dauer der Investitionsperiode (Jahre) und Jahreszinssätze (Prozent)

- Investitionsperiode (Jahre)	10
- Jahreszinssatz für Erträge (Prozent)	.06
- Jahreszinssatz für Kosten (Prozent)	.04

3.2.4 Biologische und technologische Koeffizienten

Koeffizienten wie Nutzungsdauer, Alter beim ersten Zuchteinsatz, Eber-Sauen-Verhältnis u.a. beeinflussen den Zuchtablauf. Solche Parameter werden unter dem Oberbegriff biologische und technologische Koeffizienten zusammengefaßt. Die Parameter der Ausgangsvariante sind aus Tabelle 5 zu entnehmen. In den Ausfallraten für Eber und Sauen vom Absetzen bis zum Zuchteinsatz sind neben den natürlichen

Tabelle 5: Biologische und technologische Koeffizienten der Ausgangsvariante

Biologische und technologische Koeffizienten		
Alter bei der Geburt der ersten für die Weiterzucht vorgesehenen Nachkommen (Monate)	1. Selektionsstufe	2. Selektionsstufe
- Eberväter	-	22
- Sauenväter	11	-
- Ebermütter		17
- Sauenmütter	11	
Nutzungsdauer (Monate)		
- Eberväter	-	12
- Sauenväter im Züchtungsbereich	11	12
- Sauenväter im Vermehrungsbereich	11	18
- Sauenväter im Produktionsbereich	11	24
- Ebermütter	-	14
- Sauenmütter im Züchtungsbereich	6	14
- Sauenmütter im Vermehrungsbereich	6	18
- Sauenmütter im Produktionsbereich	36	-
Eber - Sauen - Verhältnis		
- Reinzucht	- Deutsche Landrasse	1 : 40
	- Deutsches Edelschwein	1 : 20
	- Pietrain	1 : 20
- Vermehrung		1 : 200
- Produktion		1 : 330
Ausfallraten und Reproduktion		
- Zwischenwurfdauer (Monate)		5.5
- Anzahl der eigenleistungsgeprüften Eber (Stück)		
	- Deutsche Landrasse	80
	- Deutsches Edelschwein	70
	- Pietrain	200
- Ausfallrate der Eber während der Eigenleistungsprüfung auf Station (%)		25
- Eber nicht tauglich für künstliche Besamung (%)		15
- Ausfallrate der Eber bis zum Vorliegen der Ergebnisse der Nachkommenprüfung (%)		20
- Trächtigkeitsrate der Sauen (%)		80
- Besamungen je Trächtigkeit (Stück)		2.4

Abgängen auch Tiere enthalten, die durch Exterieurmängel als Zuchttiere ausscheiden. Im Vermehrungs- und Produktionsbereich ergibt sich aufgrund der künstlichen Besamung ein sehr weites Eber-Sauen-Verhältnis. Solche günstigen Werte können nur

bei hoher Besamungsdichte, wie sie für die ostdeutschen Bundesländer charakteristisch ist, auftreten. Damit verbunden ist eine wesentliche Verbesserung der Selektionsintensität der Eber für den Kreuzungseinsatz bei Anwendung der künstlichen Besamung.

Zu beachten ist, daß bei der Nutzungsdauer der Eber davon ausgegangen wird, daß sie mit dem Testeinsatz beginnt. Außer zum Testeinsatz werden die noch nicht nachkommengeprüften Eber zur Sauenreproduktion, vor allem aber zur Anpaarung in Kreuzung eingesetzt. Nach etwa 11 Monaten liegen die Ergebnisse der Nachkommen aus dem Testeinsatz vor. Somit werden die Eber fast ein Jahr lang nicht als Eberväter genutzt. Für Anpaarungen zur Erzeugung von Sauen und für Kreuzungsanpaarungen müssen sie genutzt werden, da unter den heutigen ökonomischen Bedingungen eine Wartehaltung nicht akzeptabel erscheint. Bei der Betrachtung der Nutzungsdauer ist also sehr genau zu beachten, wie sie definiert wurde.

3.2.5 Charakterisierung erfaßter Merkmale und Leistungsprüfungen

Nachdem man sich in einem Zuchtprogramm für die Rassen entschieden hat, wird innerhalb der Rassen selektiert. Dabei können Kreuzungsleistungen berücksichtigt werden als eine Konsequenz neuer Erkenntnisse zur Optimierung des Zuchtfortschrittes bei den Endprodukten. Aufgrund von Entwicklungen in der elektronischen Datenverarbeitung und der Erfassung von Leistungskriterien, teilweise in Kombination mit elektronischer Tieridentifizierung, ergeben sich kostengünstige Leistungsprüfungen von Reinzucht- und Kreuzungstieren in den Produktionsbetrieben. Für ein Zuchtprogramm mit einer Dreirassenkreuzung sind fünf Merkmalsgruppen zu unterscheiden, nämlich die Reinzuchtleistungen der Rassen DL, DE und Pi und die Leistungen der beiden Kreuzungsgruppen F₁ und Endprodukt (EP). Aufgrund von zahlreichen Untersuchungen läßt sich rechtfertigen, die Leistungen der Rassen DL und DE zu einer Merkmalsgruppe zusammenzufassen. Damit geht ebenfalls eine erhebliche

Reduktion des Rechenaufwandes einher, da dann nur vier statt fünf Merkmalsgruppen in die Berechnungen einbezogen werden (BRANDT, 1994).

Für die sächsische Population sind die relevanten Parameterwerte in Tabelle 6 dargestellt. Sie beruhen auf der Auswertung von Ergebnissen in Sachsen in Kombination mit Literaturwerten (THOLEN, 1990; BERGFELD *et al.*, 1994; MÜLLER *et al.*, 1994; NIEBEL & RITTLER, 1994; GÖTZ & PESCHKE, 1995; SCHMUTZ *et al.*, 1995; MÜLLER & BERGFELD, 1997; FISCHER, 1997a). Die Grenznutzen sind in den Mutter- und in der Vaterrasse als identisch einzusetzen. Sie sind am Endprodukt ausgerichtet. Die ökonomische Wichtung entsprechend dem Zuchtziel der Rassen wird durch Korrektur der Grenznutzen mit den bei Anwendung der Genfluß-Methode erhaltenen standardisierten und diskontierten Merkmalsrealisierungen (SDA-Werte) vorgenommen. Als Merkmal für die Fleischbeschaffenheit wurde bislang lediglich der pH₁-Wert in das Zuchtziel einbezogen. Schätzwerte für die Heritabilitäten bei Reinzucht- und Kreuzungstieren zeigen keine wesentlichen Unterschiede auf (WEI *et al.*, 1991; BRANDT, 1994) und wurden deshalb als übereinstimmend angenommen.

Tabelle 6: Für die Planungsrechnungen verwendete Heritabilitäten (h^2), phänotypische Standardabweichungen (σ_P) und Grenznutzen (v) für die Merkmale im Zuchtziel und im Index

Merkmal	Einheit	h^2	σ_P			v
			DL, DE, F ₁	Pi	EP	
TZ	g/d	.35	95	85	90	.11
MFA	%	.55	2.2	2.3	2.25	4.5
FuA	kg/kg	.35	.24	.16	.20	- 36
pH ₁	.1	.20	.20	.18	.19	2.0
LGF	Stck.	.10	2.0	1.7	-	7.5
LTZ	g/d	.20	45	50	50	-
SSD	mm	.25	.15	.12	.14	-

TZ	Prüftagszunahme	LGF	Anzahl lebend geborene Ferkel je Wurf
MFA	Muskelfleischanteil	LTZ	Lebenstagszunahme
FuA	Futtermittelverbrauch	SSD	Ultraschall-Seitenspeckdicke
pH ₁	pH-Wert (45 min.)		

Die Umsetzung eines Kreuzungszuchtplanes erfordert neue Lösungen im bisher nur für Reinzuchtberechnungen genutzten Computerprogramm. Ausgangspunkt sind die genetischen und phänotypischen Korrelationen innerhalb der Rassen. Sie wurden für alle Rassen als identisch angenommen und sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: In den Planungsrechnungen verwendete phänotypische und genetische Korrelationen innerhalb Rassen (phänotypische Korrelationen oberhalb, genetische Korrelationen unterhalb der Diagonale)

Merkmal	TZ	MFA	FuA	pH ₁	LGF	LTZ	SSD
TZ	-	-.15	-.55	-.15	0	.40	.20
MFA	-.20	-	-.15	-.30	0	0	-.30
FuA	-.65	-.20	-	.05	0	-.20	0
pH ₁	-.25	-.35	.05	-	0	-.15	.10
LGF	.10	0	0	0	-	0	0
LTZ	.50	0	-.30	-.20	.05	-	0
SSD	.30	-.40	.20	.10	0	.15	-

Es ist eine Verknüpfung der Leistungsmerkmale zwischen den Rassen und den Kreuzungstieren zu erzeugen. Dabei sind Erfahrungen aus Simulationen in der Geflügelzucht nutzbar (MÜLLER & MIELENZ, 1986; MIELENZ & MÜLLER, 1989). Als erster Schritt sind die genetischen Varianzen abzuschätzen unter Beachtung der Unterschiede in der Standardabweichung der Merkmale zwischen den Vater- und Mutterrassen sowie den Kreuzungsstufen. Der zweite Schritt beinhaltet die Einbeziehung der genetischen Korrelationen zwischen den Reinzuchttieren und den Kreuzungsstufen, da eine Verknüpfung über die Erfassung der Merkmale LTZ, MFA, pH₁, LGF und SSD in den Feldprüfungen sowie TZ, MFA, FuA und pH₁ in der Stationsprüfung besteht. Die in Tabelle 8 angegebenen Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsmerkmalen wurden aus Literaturwerten (Tabelle 1) abgeleitet, wobei den Schwerpunkt bei der Festlegung der Korrelationen die neueren Veröffentlichungen bildeten, da dort die Verwandtschaft durch Anwendung der BLUP-Methodik einbezogen wurde.

Mit Hilfe des Pfadkoeffizientenmodelles (WRIGHT, 1934) wurden die Korrelationen zwischen verschiedenen Merkmalen in der Matrix errechnet, da Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen bisher nur für gleiche Merkmale veröffentlicht wurden. Da in ZPLAN ein Unterprogramm durch die Cholesky-Zerlegung überprüft, ob die Matrix positiv definit ist, können sich Modifikationen an den eingegebenen Korrelationen als notwendig erweisen. Es wurde ein Computerprogramm von MIELENZ & WAGENKNECHT (1992) verwendet, um eine positiv definite Matrix zu erzeugen mit geringstmöglichen Veränderungen an den Ausgangswerten. Durch diese Vorgehensweise wird die Einbeziehung von Informationen aus den Leistungen der Nachkommen von Kreuzungsanpaarungen in den Index der Reinzuchteber ermöglicht. Für die DE- und Pi-Eber werden damit Informationen aus der Nachkommenprüfung von Reinzucht- und Kreuzungsanpaarungen über die angegebenen Korrelationen verknüpft.

Tabelle 8: Genetische Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen

Merkmal	DE - F ₁	DE - F ₁	Pi - EP
TZ	-	.8 ³⁾	-
MFA	.7 ²⁾	.9 ³⁾	.7 ⁴⁾
FuA	-	.6 ³⁾	-
pH ₁	.7 ²⁾	.9 ³⁾	.7 ⁴⁾
LGF	.6 ¹⁾	.6 ¹⁾	-
LTZ	.7 ^{1), 2)}	.7 ^{1), 2)}	.7 ⁴⁾
SSD	.8 ¹⁾	.8 ¹⁾	-

1) DE-Eigenleistungsprüfung Feld zu F₁-Eigenleistungsprüfung Feld

2) DE_{RZ}-Nachkommenprüfung Station zu DE_{KR}-Nachkommenprüfung Feld

3) DE_{RZ}-Nachkommenprüfung Station zu DE_{KR}-Nachkommenprüfung Station

4) Pi_{RZ}-Nachkommenprüfung Station zu Pi_{KR}-Nachkommenprüfung Feld

Die Tabelle 9 charakterisiert die erfaßten Merkmale der verschiedenen Leistungsprüfungen. Die Nachkommenprüfung der an DL-Sauen angepaarten DE-Eber (DE_{KR}-Eber) erfolgt in Abhängigkeit vom entsprechenden Zuchtplan im Feld oder auf der Station und die der an die F₁-Sauen angepaarten Pi-Eber (Pi_{KR}-Eber) ausschließlich im Feld. Im Feld wird eine variable Anzahl geschlachteter Tiere je Wurf angenommen.

Zu beachten ist, daß nur ein Teil der in Kreuzung geprüften Eber auch in Reinzucht getestet wird. In Reinzucht eingesetzte Eber aller Rassen werden auf Station nachkommengeprüft. Bei den Berechnungen zur Stationsbelegung wird von einer konstanten Kapazität der Mastprüfanstalt von 680 Tieren mit abgeschlossener Prüfung in einem Jahr ausgegangen. Entsprechend den Richtlinien im Land Sachsen werden bei der DL männliche und bei den Rassen DE und Pi weibliche Tiere zur Nachkommenprüfung in Reinzucht in der Mastprüfanstalt eingestallt. Dies bewirkt bei letzteren eine geringere Selektionsintensität auf dem weiblichen Pfad. Eine Prüfgruppe besteht aus zwei Ferkeln eines Wurfes mit dem gleichen Geschlecht.

Tabelle 9: Die erfaßten Merkmale bei den verschiedenen Leistungsprüfungen

Merkmal	Eigenleistungsprüfung			Nachkommenprüfung	
	Eber Feld	Sauen Feld	Eber Station	Eber Feld	Eber Station
TZ			X		X
MFA				X	X
FuA			X		X
pH ₁				X	X
LGF		X			
LTZ	X	X	X	X	X
SSD	X	X	X	X	X

Für Jungeber aller Rassen kann die Eigenleistungsprüfung im Feld oder auf der Station stattfinden. Für die Eigenleistungsprüfung auf Station bilden drei männliche Tiere aus einem Wurf eine Prüfgruppe. Es kann neben der TZ auch der FuA erfaßt werden, für den eine Feldprüfung nicht möglich ist. Da in diesem Fall die Ergebnisse aus der Eigenleistungsprüfung auch als Nachkommenprüfung des Vaters angesehen werden können, verändert sich die Prüfgruppengröße gegenüber einer reinen Nachkommenprüfung auf Station. Alle Sauen der Basis- und Vermehrungsstufe werden auf Eigenleistung im Feld getestet.

3.2.6 Selektionsgruppen und -indizes

Die Übertragungsmatrix der Genflußmethode des Minimalplanes einer Dreiwegekreuzung wurde in Abbildung 2 dargestellt. Sie beschreibt 16 Selektionsgruppen. Die erweiterte Übertragungsmatrix, die als Basis der Zuchtplanungsrechnungen dient, ist in Abbildung 4 dargestellt. Sie beinhaltet 31 Selektionsgruppen. Hierbei sind die Gruppen des Minimalplanes in Jung- und Alteber bzw. Jung- und Altsauen durch die Annahme einer Zweistufenselektion getrennt. Mit arabischen Zahlen ist die laufende Nummer der Selektionsgruppen angegeben und mit römischen Zahlen ist der Index gekennzeichnet, nach dem in der entsprechenden Selektionsgruppe selektiert wird. Für die Selektionsgruppe 2 beispielsweise, Alteber der Rasse DL erzeugen Zuchteber der Rasse DL, wird nach dem Index II (Abbildung 4) der Zuchtwert berechnet. Der Index II enthält die für die DL-Alteber in Tabelle 10 beschriebenen Informationsquellen. Dabei fällt auf, daß bei einander entsprechenden Gruppen zwischen den Rassen unterschiedliche Indizes gelten. Das ist durch die Darstellung der unterschiedlichen Anzahl der einbezogenen Informationen begründet.

Weiterhin wurde unterstellt, daß die geprüften Väter der Kreuzungstiere nach einem anderen Index beurteilt werden als die geprüften Väter der Reinzuchttiere. In den Index der in Reinzucht eingesetzten Eber gehen die erfaßten Leistungen aus der Nachkommenprüfung in Reinzucht und Kreuzung ein, während der Index der in Kreuzung eingesetzten Eber nur die Ergebnisse der Nachkommenprüfung in der Kreuzung enthält. Die Informationsquellen für die Zuchtwertschätzung der Tiere verschiedener Selektionsgruppen mit einer Eigenleistungsprüfung der Eber im Feld sind ebenfalls in Tabelle 10 aufgeführt. Bei Planungsvarianten mit einer Eigenleistungsprüfung der Eber auf Station wird neben der Erfassung der LTZ und der SSD auch die TZ und der FuA des Ebers als Eigenleistung sowie dessen Vaters und Vaters Vater berücksichtigt. Bestimmte Selektionsgruppen (z.B. Jungeber erzeugen Zuchteber oder Alteber erzeugen Zuchteber) können ausgeschlossen werden, indem ihr Genanteil auf Null gesetzt wird.

Tabelle 10: Informationsquellen für die Zuchtwertschätzung der verschiedenen Selektionsgruppen (Zuchtpläne mit einer Eigenleistungsprüfung der Eber im Feld, zusätzlich erfaßte Merkmale bei der Eigenleistungsprüfung der Eber auf Station in Klammern)

Selektions- gruppe	Genetische Herkunft	Informa- tionsquelle	Feld / Station	Anzahl Tiere	Anzahl Würfe	Leistungsmerkmale	
Jungeber (1. Selektionsstufe)	alle	E, V, VV	F (S)	1		LTZ, SSD, (TZ, FuA)	
		M	F	1	1	LGF, LTZ, SSD	
		VM	F	1	3	LGF, LTZ, SSD	
		VGV	S	2		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
	DL	HGV	F	60	1	LGF	
	DE, Pi	HGV	F	10	1	LGF	
	alle	HGV	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
	DL	HGM	F	60	1	LGF	
	DE, Pi	HGM	F	10	1	LGF	
	alle	HGM	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
alle	VHG	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁		
Alteber (2. Selektionsstufe)	alle	E, V, VV	F (S)	1		LTZ, SSD, (TZ, FuA)	
		M	F	1	1	LGF, LTZ, SSD	
		VM	F	1	3	LGF, LTZ, SSD	
		VGV	S	2		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
		DL	HGV	F	60	1	LGF
		DE, Pi	HGV	F	10	1	LGF
		alle	HGV	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁
		DL	HGM	F	60	1	LGF
		DE, Pi	HGM	F	10	1	LGF
		alle	HGM	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁
	alle	VHG	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
	DL	NK	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
	DE _{RZ}	NK	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
	DE _{KR}	NK	F	ber.		MFA, pH ₁ , LTZ	
	DE _{KR}	NK	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
	Pi _{RZ}	NK	S	ber.		TZ, MFA, FuA, pH ₁	
	Pi _{KR}	NK	F	ber.		MFA, pH ₁ , LTZ	
Jungsauen (1. Selektionsstufe)	alle	E	F	1		LTZ, SSD	
		V, VV	F (S)	1		LTZ, SSD, (TZ, FuA)	
		M	F	1	1	LGF, LTZ, SSD	
		MM	F	1	3	LGF, LTZ, SSD	
Altsauen (2. Selektionsstufe)	alle	E	F	1	1	LGF, LTZ, SSD	
		V, VV	F (S)	1		LTZ, SSD, (TZ, FuA)	
		M	F	1	1	LGF, LTZ, SSD	
		MM	F	1	3	LGF, LTZ, SSD	

Legende siehe Seite 55

	DL				DE				Pi				F ₁
	JE	AE	JS	AS	JE	AE	JS	AS	JE	AE	JS	AS	PS
DL_ZE	1	2	3	4									
	I	II	III	IV									
DL_ZS	5	6	7	8									
	I	II	III	IV									
DE_ZE					9	10	11	12					
					IX	X	XI	XII					
DE_ZS					13	14	15	16					
					IX	X	XI	XII					
Pi_ZE									17	18	19	20	
									XVII	XVIII	XIX	XX	
Pi_ZS									21	22	23	24	
									XVII	XVIII	XIX	XX	
F ₁ _PS			25	26	27	28							
			III	IV	IX	XXVIII							
EP									29	30			31
									XVII	XXX			XXXI

Abbildung 4: Schema der Übertragungsmatrix für die Dreiwegekreuzung mit 31 Selektionsgruppen. Abstammung der Eltern (Genspender) in den Spalten, die Nachkommen (Genempfänger) in den Zeilen, Selektionsgruppen (arab. Zahlen), Indexnummer (röm. Zahlen)

Legende zu Tabelle 10:

E	- Eigenleistung	V	- Vaterleistung
VV	- Leistung von Vaters Vater	M	- Mutterleistung
VM	- Leistung von Vaters Mutter	VG	- Vollgeschwisterleistung des Vaters
HGV	- Halbgeschwisterleistung des Vaters	VHG	- väterliche Halbgeschwisterleistung
HGM	- Halbgeschwisterleistung der Mutter	NK	- Nachkommenleistung
F	- Feld	S	- Station
ber.	- berechnet		

Legende zu Abbildung 4:

ZE	- Zuchteber	DL	- Deutsche Landrasse
ZS	- Zuchtsauen	DE	- Deutsches Edelschwein
PS	- Produktionssauen	Pi	- Pietrain
JE	- Jungeber	F ₁	- F ₁ -Generation (DE x DL)
AE	- Alteber	EP	- Endprodukt (Pi (DE x DL))
JS	- Jungsauen		
AS	- Altsauen		

3.2.7 Beschreibung der Zuchtpläne

In allen Zuchtplänen werden in Reinzucht eingesetzte Eber der drei Rassen auf Station nachkommengeprüft. Alle Sauen der Basis- und Vermehrungsstufe werden auf Eigenleistung im Feld getestet. Weitere Details der Organisation der Leistungsprüfung wurden in Kapitel 3.2.5 beschrieben. Einen Überblick über die Unterschiede der verglichenen Zuchtpläne gibt Tabelle 11. Darin werden die Annahmen für jeden Zuchtplan dargestellt. Es wird deutlich, daß beim Vergleich alternativer Zuchtpläne die Art der Leistungsprüfung im Mittelpunkt steht. Im wesentlichen werden die Auswirkungen von Veränderungen in der Eigenleistungsprüfung der Jungeber und der Nachkommenprüfung der in Kreuzung angepaarten Eber untersucht.

Der Zuchtplan A stellt die definierte Ausgangssituation dar. Unter Beibehaltung der Prüfmethodik wird dieser Zuchtplan nach verschiedenen Gesichtspunkten bearbeitet und dargestellt. In den Zuchtplänen B und D findet die Nachkommenprüfung der DE-Eber für den Kreuzungseinsatz in der Prüfstation statt. Diese Methode wird trotz vielfältiger Problematik oft bevorzugt, um den oft schwierig zu organisierenden und sicherzustellenden Feldtest zu umgehen. Die Auslastung der Station kann ebenfalls eine Rolle spielen. Die Einbeziehung der Eigenleistungsprüfung der Jungeber auf Station für die Rasse DL ab dem Zuchtplan C und der Rassen DE und Pi ab dem Zuchtplan E bietet

die Möglichkeit des Testes in einheitlicher Umwelt sowie der Erfassung von weiteren wesentlichen Merkmalen bei den für die Zucht verwendbaren Tieren, z.B. der TZ und des FuA.

Tabelle 11: Darstellung der Unterschiede zwischen den untersuchten Zuchtplänen

Zuchtplan / Kapitel	Eigenleistungsprüfung der Jungeber			Nachkommenprüfung bei	
	DL	DE	Pi	DE _{KR}	Pi _{KR}
A 4.1	Feld	Feld	Feld	Feld	Feld
B 4.2.1	Feld	Feld	Feld	Station	Feld
C 4.2.2	Station	Feld	Feld	Feld	Feld
D 4.2.3	Station	Feld	Feld	Station	Feld
E 4.2.4	Station	Station	Station	Feld	Feld
F * 4.2.5	Station	Station	Station	Feld	Feld

* Einsatz der Eber als Eberväter bereits nach der Eigenleistungsprüfung

Züchterische Vorzüge dieser Varianten ergeben sich aus zwei Gründen. Zum ersten werden während einer Eigenleistungsprüfung auf Station Merkmale mit höherer Heritabilität an den zur Zucht verwendeten Ebern erfaßt. Zum zweiten steigt gegenüber der Feldprüfung die Selektionsintensität, da zu Körungen im Feld in Abhängigkeit vom Eberbedarf im wesentlichen nur Tiere mit Chancen auf eine gute Einstufung erfaßt werden. Das trifft in diesem Kreuzungsschema am meisten für DL zu, da hier nur eine begrenzte Anzahl von Ebern für eine Anpaarung in Reinzucht benötigt wird.

Durch die Verlagerung der Eigenleistungsprüfung in die Station wird außerdem die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erhöht, da alle Probanden unter gleichen Bedingungen aufgezogen werden. Von Bedeutung ist ebenfalls, daß die Station im wesentlichen mit Prüftieren belegt werden kann, deren Ergebnisse als Eigenleistungsprüfung sowie als Nachkommenprüfergebnisse ihrer Väter für die zweite Selektionsstufe Verwendung finden können. Eine sehr gezielte Auswahl der Probanden ist deshalb erforderlich. Weitergehende Beschreibungen sind in den Kapiteln mit den Ergebnissen der einzelnen Zuchtpläne zu finden.

4 ERGEBNISSE

Verschiedene Parameter der Populationsstruktur, der Belegung der Mastprüfanstalt und der biologischen und technologischen Koeffizienten der Ausgangssituation werden in den folgenden Abschnitten variiert, um deren Einfluß auf die für die Zuchtplanung wichtigen Erfolgsgrößen monetärer Zuchtfortschritt im Gesamtzuchtwert sowie Züchtungsgewinn je Sau quantifizieren zu können. Es ist das Ziel dieser Berechnungen, Planungsalternativen zu finden, welche einen möglichst hohen Züchtungserfolg versprechen, um daraus Vorschläge für die Einbindung in das Zuchtprogramm abzuleiten. Dabei wurden Bedingungen berücksichtigt, deren Veränderung in der gegenwärtigen Situation mittelfristig auch für die Praxis realisierbar wäre.

4.1 Untersuchung zu einzelnen Parametern der Ausgangsvariante

Für den Vergleich von Zuchtplänen mit unterschiedlichen Populationen, Zuchtebenen, Selektionsgruppen oder Indexkonstruktionen ist die Definition einer Ausgangs- bzw. Basissituation angebracht, auf die alle folgenden Zuchtpläne bezogen werden können. Mit dem ersten Zuchtplan, dem Zuchtplan A, wird diese definiert. In Kapitel 3.2.4 sind die biologischen und technologischen Koeffizienten beschrieben worden. Es erfolgt eine gezielte Paarung. Es können demnach nur nachkommegeprüfte Eber Zuchteber erzeugen. Die Berechnung der Genanteile der Jung- und Alteber für die Erzeugung der Zuchtsauen erfolgt in Abhängigkeit von deren Einsatzdauer ebenso wie die Jung- und Altsauen.

4.1.1 Ergebnisse (Zuchtplan A)

Auf der Grundlage der unterstellten Planungsparameter, welche dem gegenwärtigen Zuchtprogramm des Sächsischen Schweinezuchtverbandes e.V. weitgehend entsprechen, errechneten sich für den Zuchtplan A die in Tabelle 12 dargestellten naturalen Zuchtfortschritte. Die Ergebnisse liegen im wesentlichen in dem durch andere

Untersuchungen festgestellten Bereichen. Es wird ein Unterschied zwischen den Rassen und Kreuzungsstufen hinsichtlich ihrer Funktion und Stellung deutlich.

Bei DL ist die Bedeutung des Reproduktionsmerkmals LGF mit einem Zuchtfortschritt von .025 Stück hervorzueben, welche durch die Stellung als Mutterrasse und durch die relativ große Population begründet ist. DE hat neben einem nahezu ebenso hohen Wert beim Reproduktionsmerkmal mit .024 Stück höhere naturale Zuchtfortschritte bei den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes, vor allem beim MFA mit .101 %, aufzuweisen. Zu diesem Wert trägt offenbar die Selektion aufgrund von Nachkommenleistungen in Kreuzung der in Reinzucht eingesetzten Eber bei. Der geringere Zuchtfortschritt bei der LTZ mit 1.78 g gegenüber der DL mit 2.16 g ist darauf zurückzuführen, daß dort eine wesentlich höhere Anzahl an Eigenleistungen vorliegt. Beim Pi tritt die Funktion als Vaterasse klar hervor. Bei einem naturalen Zuchtfortschritt für MFA mit .165 % ist die Differenz zu den Mutterassen deutlich. Hier ist ebenfalls darauf hinzuweisen, daß die Nachkommenleistungen in Kreuzung der in Reinzucht eingesetzten Eber in die Berechnung einbezogen wurden. Bei den anderen Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes sind zwischen den Rassen keine krassen Unterschiede zu erkennen. Das Reproduktionsmerkmal hat bei Pi keine Bedeutung.

Der monetäre Zuchtfortschritt bei DE und Pi ist mit 1.55 bzw. 1.57 DM dem der DL mit 1.21 DM deutlich überlegen. Der wesentlichste Grund ist die höhere Selektionsintensität der Jungeber. Es werden bei DE und Pi wesentlich mehr Eber gekört, die zum größten Teil nur für den Kreuzungseinsatz benötigt werden, wodurch das Selektionsdifferential für die wenigen in Reinzucht eingesetzten Testeber erhöht wird. Eine weitere Ursache ist darin zu sehen, daß die Ergebnisse der Nachkommenprüfung der DE- und Pi-Eber in Kreuzung über die Korrelationen der Merkmale zwischen den Reinzucht- und Kreuzungsleistungen in den Index eingehen. Ein dritter Grund dafür ist der simulierte Fremdgenanteil bei den Testebem von 33 % (beschrieben in Kapitel 3.2.2). Auch dadurch können die Selektionsintensitäten erhöht werden. Aufgrund dieser Faktoren ist ein Zuchtfortschritt zu erzielen, der weit höher ist als jener, der sich aus der geringen Größe der Reinzuchtpopulationen erwarten läßt.

Tabelle 12: Naturaler und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall und Züchtungsertrag bei den verschiedenen Rassen und Gesamt sowie Züchtungskosten und Züchtungsgewinn je Sau in der Investitionsperiode für Zuchtplan A

Erfolgsparameter	Einheit	DL	DE	Pi	Gesamt
Naturaler Zuchtfortschritt					
TZ	g	3.69	4.18	4.25	
MFA	%	.061	.101	.165	
FuA	kg/kg	-.010	-.013	-.011	
pH ₁	.1	-.004	-.004	-.005	
LGF	Stck.	.025	.024	-.002	
LTZ	g	2.16	1.78	2.24	
SSD	mm	-.0008	-.0006	-.0030	
Generationsintervall	Jahre	1.82	1.83	1.79	1.81
Monetärer Zuchtfortschritt	DM	1.21	1.55	1.57	4.33
Züchtungsertrag					
TZ	DM	1.65	1.36	3.52	6.53
MFA	DM	1.02	1.67	6.31	9.00
FuA	DM	1.38	1.39	3.00	5.77
pH ₁	DM	-.03	-.03	-.09	-.15
LGF	DM	1.46	1.25	-.01	2.70
Züchtungsertrag, gesamt	DM	5.48	5.64	12.73	23.85
Anteiliger Züchtungsertrag	%	23	24	53	
Züchtungskosten, gesamt	DM				12.83
Züchtungsgewinn	DM				11.02

Der Züchtungsertrag bei der DL wird im wesentlichen durch die Merkmale FuA, LGF und TZ mit 1.38 bis 1.65 DM bestimmt. Der MFA besitzt mit 1.02 DM geringeren Einfluß. Die Merkmale TZ, FuA und MFA tragen in relativ ausgeglichenem Maße (1.36 bis 1.67 DM) zum Züchtungsertrag des DE bei. Das Merkmal LGF besitzt ebenfalls noch einen beachtlichen Einfluß (1.25 DM gegenüber 1.46 DM bei DL). In der Vaterrasse spielt die Fruchtbarkeit bei der züchterischen und ökonomischen Bewertung keine Rolle, wogegen die Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes klar dominieren. Der Ertrag für MFA ist mit 6.31 DM um das Sechs- bzw. Vierfache höher als bei den Mutterassen. Die TZ mit 3.52 DM und der FuA mit 3.00 DM fallen deutlich ab. Bei allen Rassen spielt die Veränderung des Ertrages durch das Ergebnis für den

pH₁-Wert keine Rolle. Es wird deutlich, daß dieses Merkmal bei der vorgegebenen Heritabilität, der Standardabweichung und dem Grenznutzen unbedeutend ist. Auch die negativen Korrelationen zu ökonomisch stark gewichteten Merkmalen spielen eine Rolle.

Wird die Verteilung des Züchtungsertrages über die Merkmale insgesamt betrachtet, wird der überwältigende Anteil der Merkmale TZ, MFA und FuA deutlich, wobei der MFA mit 9.00 DM etwa ein Drittel höher ist als die Werte für TZ und FuA. Das Merkmal LGF ist mit 2.70 DM am Züchtungsertrag beteiligt, währenddessen der des pH₁-Wertes mit -.15 DM unbedeutend ist.

Der Züchtungsertrag für Zuchtplan A beträgt 23.85 DM, nach Abzug der Kosten verbleibt ein Züchtungsgewinn von 11.02 DM. Um zu quantifizieren, welche Rasse über welchen Weg welchen Einfluß auf das Gesamtergebnis hat, sind die Ergebnisse nach Rassen aufgeschlüsselt. Aufschlußreich in Bezug auf die Zusammensetzung des Züchtungsertrages ist dessen prozentuale Verteilung auf die Rassen. Der geringe Einfluß der DL mit 23 % trotz des größten Umfanges der Reinzuchtpopulation ist einerseits damit zu begründen, daß sie als Großmutterrasse der Endprodukte mit geringer Selektionsintensität behaftet ist, weil in ihr die Sauen zur Erstellung der F₁-Generation selektiert werden. Der trotz wesentlich kleinerer Population relativ große Einfluß des DE mit 24 % erklärt sich dadurch, daß deren Gene über den stark selektierten Eberpfad in die F₁-Generation einfließen. Beide Mutterrassen haben den Nachteil des langen Weges der Übertragung ihrer Gene zum Endprodukt, wo die Mehrzahl der Realisierungen stattfindet. Demgegenüber geben die Pi-Eber ihre Gene direkt an das Endprodukt und erzielen schnell viele Merkmalsrealisierungen. Der zeitliche Abstand (time-lag) zwischen dem Züchtungs- und Produktionsbereich ist deshalb um eine Generation verkürzt. Dadurch ist Pi mit über 50 % am Züchtungsertrag beteiligt.

Die in Tabelle 12 errechneten Werte ergaben sich unter Annahme des in Tabelle 13 aufgeschlüsselten Prüfumfanges auf der Station und im Feld. In dieser Tabelle ist die Anzahl der zu nutzenden Testeber in den verschiedenen Anpaarungsverfahren

ersichtlich. Sie wurde ermittelt unter der Zielstellung einer Maximierung des Züchtungsgewinnes. Da die Anzahl an Prüfgruppen je Testeber und die Anzahl an Tieren je Prüfgruppe konstant gehalten wurde, ergibt sich eine gleiche Anzahl an Prüftieren je Testeber.

Den Hauptanteil der Prüfplätze nimmt DL mit 43 Prozent und Pi mit 37 Prozent ein. Der Anteil der DL erklärt sich durch die Populationsgröße der Rasse und die für die Selektion in Reinzucht höheren Selektionsintensitäten. Die starke Belegung mit Pi ist durch den hohen Anteil am Züchtungsgewinn zu erklären, der als Optimierungskriterium verwendet wurde. Es ist zu bemerken, daß bei DE und Pi weibliche Ferkel in die Mastprüfanstalt eingestallt werden. Sie werden somit der Sauenselektion entzogen und üben einen negativen Einfluß auf deren Selektionsintensität aus. Dadurch sind dem Umfang der Prüfplatzbelegung durch diese Rassen Grenzen gesetzt.

Tabelle 13: Prüfungsumfang beim Zuchtplan A nach Variation der Anzahl Testeber

	DL Station	DE Station	Pi Station	DE _{KR} Feld	Pi _{KR} Feld
Anzahl der Testeber	36	17	31	26	79
Prüfgruppen je Testeber	4	4	4	10	10
Tiere je Prüfgruppe	2	2	2	6	6
Prüftiere je Testeber	8	8	8	60	60
Prüftiere in Stück	288	136	248		
Prüfplätze in Prozent	43	20	37		

In Bezug auf die Feldprüfung der Testeber in Kreuzung ist zu erwähnen, daß 10 Würfe mit sechs geschlachteten Tieren je Wurf als feste Größe eingingen. Die geringere Zahl an DE-Ebern ist aus der wesentlich kleineren Anzahl zu deckender DL-Sauen zu begründen, während trotz konsequenter Anwendung der künstlichen Besamung ein beträchtlicher Bedarf an Pi-Ebern für die Erstellung der Endprodukte zu erkennen ist.

4.1.2 Variation verschiedener Faktoren des Züchtungserfolges

4.1.2.1 Reinzuchtanpaarungen der DL-Sauen

Zunächst stellt sich die Frage nach dem in der gegebenen Situation effizienten Umfang der Reinzuchtanpaarung der DL-Sauen. Die Problemstellung wurde bei einer fixen Anzahl von 4000 DL-Sauen für Reinzucht- und Kreuzungsanpaarungen bei konstantem Eber-Sauen-Verhältnis (Tabelle 14) untersucht. Die Obergrenze der Anzahl an möglichen Reinzuchtanpaarungen wurde durch die Zahl der notwendigen Kreuzungsanpaarungen zur Reproduktion des F₁-Sauenbestandes gesetzt. Die Untergrenze bildete die entsprechend den biologischen und technologischen Koeffizienten determinierte notwendige Anzahl an Sauen zur Reproduktion des Bestandes. In den Ergebnissen wird die gegenläufige Entwicklung des monetären Zuchtfortschritts und des Züchtungsgewinns deutlich. Zum einen nimmt der monetäre Zuchtfortschritt bei einer Reduzierung der Reinzuchtanpaarungen geringfügig ab, da die Selektionsintensitäten in der Reinzucht sinken. Dagegen steigt der Züchtungsgewinn, da die Senkung der Kosten die Verringerung des Züchtungsertrages übertrifft.

Tabelle 14: Monetärer Zuchtfortschritt, Züchtungsgewinn, Züchtungsertrag und Züchtungskosten bei Variation des Umfanges der in Reinzucht angepaarten Sauen der Deutschen Landrasse bei konstantem Eber-Sauen-Verhältnis und konstanter Anzahl DL-Sauen (alle Größen in DM)

Anzahl Sauen		Monetärer	Züchtungs-	Züchtungs-	Züchtungs-
DL _{RZ}	DL _{KR}	Zuchtfortschritt	gewinn	ertrag	kosten
950	3050	4.35	10.76	23.91	13.15
900	3100	4.34	10.86	23.90	13.04
850	3150	4.34	10.95	23.88	12.93
800	3200	4.33	11.02	23.85	12.83
750	3250	4.33	11.10	23.81	12.71
700	3300	4.32	11.14	23.75	12.61

Der Züchtungsertrag der DL sank bei verringerten Anpaarungsumfang in Reinzucht, bedingt durch die deshalb niedrigeren Selektionsintensitäten und einer reduzierten

Weitergabe des genetischen Fortschrittes an die nächste Reinzuchtgeneration. Über die steigende Anzahl an DL_{KR} -Sauen wird demgegenüber ein zunehmender Züchtungsertrag auf diesem Pfad erreicht, da eine höhere Selektionsintensität der DL_{KR} -Sauen realisiert werden kann. Er ist aber nicht in der Lage, die Abnahme des Züchtungsertrages in der Reinzucht zu kompensieren.

Im Folgenden wird von einer konstanten Anzahl von verwendeten DL-Altebern ausgegangen. Bei abnehmender Anzahl an Reinzuchtanpaarungen führt dies zu einem engeren Eber-Sauen-Verhältnis und zu niedrigeren Selektionsintensitäten auf dem Eberpfad. In Tabelle 15 wird ersichtlich, daß dadurch die erzielten monetären Zuchtfortschritte weiter auseinanderliegen wie bei konstantem Eber-Sauen-Verhältnis (Tabelle 14) und sie mit steigender Anzahl DL_{RZ} -Sauen stärker zunehmen. Eine ähnliche Entwicklung ist bei den Züchtungserträgen zu beobachten. Die Züchtungskosten sind identisch mit den in Tabelle 14 aufgeführten, da die Anzahl Alteber Bestandteil der Produktions-, nicht der Züchtungskosten ist. Dies führt dazu, daß innerhalb des untersuchten Bereiches ein Optimum des Züchtungsgewinnes auftritt. Es liegt mit 11.06 DM bei 900 Sauen.

Tabelle 15: Monetärer Zuchtfortschritt, Züchtungsgewinn, Züchtungsertrag und Züchtungskosten bei Variation des Umfanges der in Reinzucht angepaarten Sauen der Deutschen Landrasse bei konstanter Anzahl eingesetzter DL-Eber und konstanter Anzahl DL-Sauen (alle Größen in DM)

Anzahl Sauen		Monetärer	Züchtungs-	Züchtungs-	Züchtungs-
DL_{RZ}	DL_{KR}	Zuchtfortschritt	gewinn	ertrag	kosten
950	3050	4.40	11.05	24.20	13.15
900	3100	4.38	11.06	24.10	13.04
850	3150	4.36	11.05	23.98	12.93
800	3200	4.33	11.02	23.85	12.83
750	3250	4.30	10.99	23.68	12.71
700	3300	4.26	10.91	23.50	12.61

Da es für die folgenden Planungsrechnungen notwendig ist, mit einer konstanten DL_{RZ} -Größe zu kalkulieren, wurden in den folgenden Untersuchungen 800 Sauen

angenommen. Dadurch wird eine gewisse Produktionssicherheit gewährleistet, die bei einem Bestand von 700 Sauen bei geringer Abweichung der vorgegebenen biologischen und technologischen Koeffizienten nicht mehr gegeben ist. Ebenso wird die notwendige Reproduktion der F₁-Sauen auf einem guten Niveau gesichert.

4.1.2.2 Untersuchungen zur Nutzungsdauer

Im Folgenden sind die Ergebnisse einer Optimierung der Nutzungsdauer in der Reinzucht und in den Kreuzungsstufen dargestellt. Während es zur Nutzungsdauer in Reinzuchtpopulationen eine Reihe von Veröffentlichungen gibt, existieren in Bezug auf die Nutzungsdauer der Selektionsgruppen bei einer Dreirassenkreuzung wenig differenzierte Berechnungen. Tabelle 16 gibt Auskunft über die optimale Nutzungsdauer der Eber in Abhängigkeit von ihrer Funktion im Kreuzungssystem.

Es läßt sich daraus die Empfehlung ableiten, den Einsatz der Eber in Reinzucht mit 10 bis 14 Monaten sehr kurz zu halten, während die Nutzungsdauer der Eber in der Kreuzungsstufe wesentlich länger sein kann. Letzteres gilt besonders für den Einsatz der Pi-Eber zur Erzeugung der Endprodukte mit einer Nutzungsdauer von insgesamt 32 Monaten. Unter deren Nachkommen findet keine Selektion statt, so daß die Vorteile eines verkürzten Generationsintervalles nicht in gleichem Maße zur Geltung kommen wie in der Reinzucht- und ersten Kreuzungsstufe.

Tabelle 16: Optimierte Nutzungsdauer (Monate) der Eber in der Reinzucht- und Kreuzungsstufe nach maximierten Züchtungsgewinn

Zur Erzeugung von	DL		DE		Pi	
	Jungeber	Alteber	Jungeber	Alteber	Jungeber	Alteber
Reinzuchtebern	-	14	-	10	-	13
Reinzuchtsauen	11	14	11	10	11	13
Kreuzungstieren			11	15	11	21

Für die Nutzungsdauer der Sauen gelten ähnliche Faktoren. Bei einer Nutzungsdauer von 1.5 Jahren der in Reinzucht angepaarten Sauen wird der höchste Züchtungsgewinn erzielt. Da die Zuchteber nur von nachkommengeprüften Sauen erstellt werden dürfen, beträgt die Nutzungsdauer der Ebermütter ein Jahr, da sie erst ab dem zweiten Wurf als Ebermütter eingesetzt werden. Zu beachten ist, daß die mit DE zur Erzeugung der F₁-Generation angepaarten DL-Sauen die gleiche nach maximalen Züchtungsgewinn optimierte Nutzungsdauer aufwiesen. Das unterstreicht die Bedeutung des schnellen Transfers der genetischen Überlegenheit von den Reinzuchten in die erste Kreuzungsstufe. Demgegenüber zeigt sich mit 2.3 Jahren eine sehr lange optimale Nutzungsdauer bei den F₁-Sauen. Dies ist dadurch bedingt, daß an ihren Nachkommen keine Selektion stattfindet und es keine Rückkopplung über den realisierten genetischen Fortschritt gibt. Außerdem ist es ein Zeichen dafür, daß eine Verkürzung des Generationsintervalles und die dadurch bedingte geringere Selektionsintensität den Züchtungsgewinn verringern.

Tabelle 17: Monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall und Züchtungsertrag bei den verschiedenen Rassen und Gesamt sowie Züchtungskosten und Züchtungsgewinn nach Optimierung der Nutzungsdauer

Erfolgsparameter	Einheit	DL	DE	Pi	Gesamt
Generationsintervall	Jahre	1.86	1.77	1.81	1.81
Monetärer Zuchtfortschritt	DM	1.28	1.52	1.60	4.40
Züchtungsertrag, gesamt	DM	5.63	5.68	13.08	24.39
Anteiliger Züchtungsertrag	%	23.08	23.29	53.63	
Züchtungskosten, gesamt	DM				12.86
Züchtungsgewinn	DM				11.53

Durch die Optimierung der Nutzungsdauer treten nur geringe Veränderungen des monetären Zuchtfortschrittes und des Züchtungsertrages in den einzelnen Rassen auf, wobei die Steigerung bei DL und die Reduzierung bei DE noch am auffälligsten ist (Tabelle 17). Der über die drei Rassen aufaddierte monetäre Zuchtfortschritt steigt gegenüber der Ausgangssituation im Zuchtplan A (Tabelle 12) leicht an. Ebenso steigt der Züchtungsgewinn mit .51 DM, da der Züchtungsertrag steigt und die

Züchtungskosten nahezu konstant bleiben. Die geringe Differenz in den Züchtungskosten zum Zuchtplan A ist durch den höheren Eberzukauf bedingt, da durch die Verkürzung der Nutzungsdauer mehr Eber nachgestellt werden müssen.

4.1.2.3 Variation der Prüfplatzbelegung (optimierter Zuchtplan A)

Nach Einarbeitung der Ergebnisse einer Optimierung der Anzahl von Reinzuchtanpaarungen an DL-Sauen und der Nutzungsdauer in den Zuchtplan, wird in diesem Abschnitt die Stationsbelegung betrachtet. Da eine Wechselwirkung zwischen der Anzahl Prüfgruppen je Testeber mit der Anzahl zu testender Eber und der Nutzungsdauer besteht, wurden diese Faktoren wechselseitig variiert. Das Ergebnis wird wesentlich bedingt durch die limitierte Testkapazität, wodurch die Erhöhung einer Zahl die Senkung einer anderen Zahl bedingt. Nach einer Maximierung des Züchtungsgewinnes ergaben sich die in Tabelle 18 dargestellten Ergebnisse.

Die naturalen Zuchtfortschritte sind im Vergleich zum nicht optimierten Zuchtplan A (Tabelle 12) leicht erhöht. Bei Betrachtung der Auswirkungen auf die einzelnen Merkmale ist festzustellen, daß geringe Zuwächse bei der TZ erzielt wurden. Weitere Verschiebungen sind marginal. Der monetäre Zuchtfortschritt steigt gegenüber der Ausgangssituation insgesamt leicht an (4.45 vs 4.33 DM). Im Züchtungsertrag für die einzelnen Merkmale treten nur geringe Veränderungen auf. Die Züchtungskosten sinken geringfügig durch die Reduzierung der Anzahl Anpaarungen je Testeber im Feldtest (12.77 vs 12.83 DM). Insgesamt führt die Optimierung zu einer Steigerung des Züchtungsgewinnes um ca. 1.06 DM (12.08 vs 11.02 DM).

Die Stationsbelegung steht in wechselseitiger Abhängigkeit mit der Nutzungsdauer. Bei einer Verkürzung der Nutzungsdauer und damit des Generationsintervalles werden mehr Eber zur Remontierung benötigt. Dies hat Rückwirkungen auf die Anzahl zu testender Eber und, besonders bei limitierter Testkapazität, auf die Anzahl Prüfgruppen je Eber.

In der Tabelle 19 sind die Veränderungen gegenüber den Ausgangsbedingungen (Tabelle 13) ersichtlich.

Tabelle 18: Naturaler und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall und Züchtungsertrag bei den verschiedenen Rassen und Gesamt sowie Züchtungskosten und Züchtungsgewinn für den optimierten Zuchtplan A

Erfolgsparemeter	Einheit	DL	DE	Pi	Gesamt
Naturaler Zuchtfortschritt					
TZ	g	3.73	4.48	4.46	
MFA	%	.061	.100	.171	
FuA	kg/kg	-.010	-.014	-.012	
pH ₁	.1	-.004	-.004	-.006	
LGF	Stck.	.026	.023	-.002	
LTZ	g	2.20	1.74	2.17	
SSD	mm	-.0008	-.0006	-.0028	
Generationsintervall	Jahre	1.86	1.77	1.81	1.81
Monetärer Zuchtfortschritt	DM	1.23	1.58	1.64	4.45
Züchtungsertrag					
TZ	DM	1.67	1.52	3.80	6.99
MFA	DM	1.03	1.67	6.51	9.21
FuA	DM	1.40	1.53	3.22	6.15
pH ₁	DM	-.03	-.03	-.09	-.15
LGF	DM	1.46	1.20	-.01	2.65
Züchtungsertrag, gesamt	DM	5.53	5.89	13.43	24.85
Anteiliger Züchtungsertrag	%	22	24	54	
Züchtungskosten, gesamt	DM				12.77
Züchtungsgewinn	DM				12.08

Die Anzahl der zur Auktion aufgestellten Jungeber (als Selektionsbasis für die erste Selektionsstufe) sowie die Anzahl der benötigten Besamungseber (als Anzahl zu selektierender Tiere in der zweiten Selektionsstufe) stellen in den Berechnungen eine fixe Größe dar. Die ermittelte Anzahl der Testeber ist deshalb als eine Gewichtung der Selektionsintensitäten zwischen den beiden Selektionsstufen und deren Einfluß auf den Züchtungsgewinn zu betrachten.

Tabelle 19: Prüfumfang für den optimierten Zuchtplan A nach Variation der Anzahl Testeber, Prüfgruppen je Testeber und Tiere je Prüfgruppe

	DL Station	DE Station	Pi Station	DE _{KR} Feld	Pi _{KR} Feld
Anzahl der Testeber	27	13	18	21	88
Prüfgruppen je Testeber	5	7	6	5	4
Tiere je Prüfgruppe	2	2	2	6	7
Prüftiere je Testeber	10	14	12	30	28
Prüftiere in Stück	270	182	216		
Prüfplätze in Prozent	41	27	32		

Im Vergleich zur Stationsbelegung der Ausgangssituation des Zuchtplanes A (Tabelle 13) ist eine Reduzierung der Anzahl Testeber und eine Erhöhung der Anzahl Prüfgruppen je Eber auf Station angebracht. Diese Verschiebungen sind somit begründet durch Veränderungen in der Nutzungsdauer, der Selektionsintensität und der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung für die Testeber. Insgesamt muß jedoch festgestellt werden, daß gegenüber der Ausgangsvariante nur marginale Änderungen auftraten. Dies belegt, daß diese sich schon nahe am Optimum befindet und als allgemeine Richtschnur bei korrespondierender Größe der Mastprüfanstalt dienen kann. In Bezug auf den Feldtest von Kreuzungsnachkommen der DE- und Pi-Eber kann festgestellt werden, daß bei einer Erfassung der Mast- und Schlachtleistungsmerkmale von etwa 30 Nachkommen je Eber ein maximaler Züchtungsgewinn erzielt wird. Eine Erweiterung des Prüfumfanges bewirkt, daß die Kosten dafür höher sind als der Zuwachs des Züchtungsertrages.

4.1.2.4 Einfluß von Fremdgeneintrag und Kreuzungsleistungen

Auf der Grundlage der Ergebnisse des optimierten Zuchtplanes A in Tabelle 18 dienen folgende Berechnungen zur Quantifizierung von Veränderungen im monetären Zuchtfortschritt, Züchtungsertrag und Züchtungsgewinn, welche durch den Fremdgeneintrag sowie durch die Erfassung der Leistungen von Kreuzungsnachkommen und deren Berücksichtigung im Index für die Auswahl der in Reinzucht eingesetzten Eber hervorgerufen werden.

Als Vergleichsbasis dient Variante 1, die dem optimierten Zuchtplan A entspricht. Als Variante 2 ist eine Situation dargestellt, in der kein Fremdgeneintrag der Rassen DE und Pi (beschrieben in Kapitel 3.2.2) simuliert wurde sowie keine Einbeziehung der Leistungen von Kreuzungsnachkommen im Feld in den Index der für Reinzuchtanpaarungen eingesetzten Eber (beschrieben in den Kapiteln 3.2.5 und 3.2.6) erfolgte. In Tabelle 20 ist ersichtlich, daß dadurch der monetäre Zuchtfortschritt, vor allem aber der Züchtungsertrag der Rassen DE mit .52 DM und Pi mit 1.45 DM abnahm. Der monetäre Zuchtfortschritt sank auf 94 % und der Züchtungsgewinn auf 87 % gegenüber der Variante 1. Das ist eine Konsequenz der geringeren Selektionsintensität der Jungeber in der ersten Selektionsstufe durch die höhere Anzahl an selektierten Ebern aus dem eigenen Bestand sowie der reduzierten Anzahl an Informationen für die Selektion der Eber der Rassen DE und Pi in der zweiten Selektionsstufe, da hier die Leistungen aus der Nachkommenprüfung im Feld nicht berücksichtigt wurden. Die bleibende Überlegenheit dieser Rassen im monetären Zuchtfortschritt gegenüber DL ist damit im wesentlichen auf die höhere Selektionsintensität der Jungeber zurückzuführen.

In Variante 3 werden die Leistungen der Kreuzungsnachkommen der für die Reinzucht eingesetzten Eber berücksichtigt, aber keine Fremdeber eingesetzt. Gegenüber Variante 2 ergeben sich geringfügige Verbesserungen des monetären Zuchtfortschritts und Züchtungsertrags bei DE und bei Pi. Insgesamt sind die Auswirkungen durch die Prüfgruppenszahl je Testeber in Reinzucht (Tabelle 19) und einer damit bereits hohen Genauigkeit der Zuchtwertschätzung reduziert. Bei geringerer Anzahl an Prüfgruppen ist ein deutlicherer Effekt zu erwarten. Die Züchtungskosten blieben im Vergleich zu Variante 2 konstant, da sich nur die Einbeziehung vorhandener Informationen in die Zuchtwertschätzung veränderte. Dafür wurden keine Kosten angenommen. Der Anstieg im monetären Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn ist mit 2 bzw. 4 % gering.

In Variante 4 sind die Auswirkungen des Fremdgeneintrages (beschrieben in Kapitel 3.2.2) ersichtlich. Durch die erhöhten Selektionsintensitäten steigen im Vergleich zu Variante 2 der monetäre Zuchtfortschritt und Züchtungsertrag bei DE um .11 bzw. .46

DM und bei Pi um .08 bzw. sogar um 1.13 DM. Dadurch steigt der Züchtungsgewinn um 1.14 DM wegen des stärkeren Anstieges des Züchtungsertrags gegenüber den Züchtungskosten, die sich durch den Eberzukauf bei den Rassen DE und Pi um .45 DM erhöhen. Die Einbeziehung der Kreuzungsleistungen im Index führt wieder zu den in Variante 1 dargestellten Ergebnissen. Die Einbeziehung von Kreuzungsleistungen bei Pi hat größere Auswirkungen als bei DE auf den monetären Zuchtfortschritt und Züchtungsertrag

Tabelle 20: Monetärer Zuchtfortschritt und Züchtungsertrag bei den verschiedenen Rassen und Gesamt sowie Züchtungskosten und Züchtungsgewinn unter Beachtung des Einflusses von Fremdgeneintrag und Kreuzungsleistungen im Index der in Reinzucht eingesetzten Eber

Variante	1	2	3	4	5
Fremdgenanteil	X	---	---	X	X
Kreuzungsleistungen im Index	X	---	X	---	---
Nachkommenprüfung im Feld	X	X	X	X	---
Monetärer Zuchtfortschritt (DM)					
DL	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
DE	1.58	1.46	1.48	1.57	1.57
Pi	1.64	1.50	1.55	1.58	1.58
Summe	4.45	4.19	4.26	4.38	4.38
Monetärer Zuchtfortschritt (%)	100	94	96	98	98
Züchtungsertrag, gesamt (DM)					
DL	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53
DE	5.89	5.37	5.40	5.83	5.61
Pi	13.43	11.98	12.33	13.11	12.71
Summe	24.85	22.88	23.26	24.47	23.85
Züchtungskosten (DM)	12.77	12.32	12.32	12.77	12.40
Züchtungsgewinn (DM)	12.08	10.56	10.94	11.70	11.44
Züchtungsgewinn (%)	100	87	91	97	95

In Variante 5 ist ersichtlich, daß ein Verzicht auf eine Nachkommenprüfung der in Kreuzung eingesetzten Eber im Feld unter Annahme der in Tabelle 3 beschriebenen Kosten zu einem Abfall des Züchtungsertrages um 1.00 DM im Vergleich zu Variante 1

führt. Da die Reduzierung der Züchtungskosten geringer ausfällt, sinkt der Züchtungsgewinn im Vergleich zu Variante 1 um .64 DM bzw. 5 %. Bei einer Erhöhung der Kosten für den Feldtest um 70 % würde der Züchtungsgewinn soweit sinken, daß der Feldtest seine Berechtigung verlieren würde. Die Eber sollten dann nach der Eigenleistungsprüfung ohne weiteren Selektionsschritt für Kreuzungsanpaarungen voll eingesetzt werden.

4.1.3 Beschreibung ökonomischer Gewichte

Für die Merkmale im Zuchtziel zeigt Tabelle 21 die mittleren ökonomischen Gewichte der Merkmale jeder Rasse anhand des optimierten Zuchtplanes A. Sie berechnen sich aus dem Mittel der mit den entsprechenden Grenznutzen gewichteten SDA-Werten der Selektionsgruppen innerhalb der drei Rassen (Abbildung 4).

Es ist ersichtlich, daß die Vatterasse einen sehr geringen Wert für das Reproduktionsmerkmal erhält. Deutlich werden die höheren ökonomischen Gewichte des Pi für die Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes gegenüber den Mutterassen. Dies steht im Gegensatz zu der oftmals angewandten Gleichbehandlung der Rassen in Zuchtprogrammen auf der Basis einer Dreiwegekreuzung. Die wesentlichste Ursache ist die Nähe zum Endprodukt. Der in der Reinzucht erzielte Zuchtfortschritt der Vatterasse kann bereits in der nächsten Generation in den Endprodukten realisiert werden, währenddessen die Umsetzung des Zuchtfortschrittes der Mutterassen erst nach zwei Generationen in den Endprodukten erfolgen kann.

Innerhalb der Mutterassen tritt ebenfalls eine Differenzierung auf. Generell sind die Gewichte bei der DL wesentlich höher als bei DE. Während sie in den Produktionsmerkmalen etwa das Doppelte betragen, bedingt durch eine hohe Anzahl an Reinzuchtferkel, ist das ökonomische Gewicht für das Reproduktionsmerkmal nur um ein Viertel höher. Letzteres ist verursacht durch die relativ hohen SDA-Werte für das Merkmal LGF der Selektionsgruppen bei DE, die ihre Gene an die Zuchteber weitergeben. Diese Eber haben eine hohe Anzahl von Nachkommen in der F₁-Generation.

Tabelle 21: Mittlere ökonomische Gewichte über die Selektionsgruppen innerhalb der Rassen nach Wichtung der Grenznutzen mit ihren SDA-Werten

Merkmal	Einheit	DL	DE	Pi
TZ	g	.11	.05	.15
MFA	%	3.64	1.91	5.28
FuA	kg/kg	-33.14	-17.85	-47.09
pH ₁	.1	1.84	1.08	2.60
LGF	Stck.	11.13	8.26	.09

Für die Merkmale im Zuchtziel zeigt Tabelle 22 die anteiligen ökonomischen Gewichte in Prozent der drei Rassen nach Vergleichbarmachung mit der genetischen Standardabweichung. Darin ist ein Zuchtziel mit drei Merkmalen, wie es in vielen Verbänden verwendet wird sowie das in den Planungsrechnungen umgesetzte Zuchtziel mit fünf Merkmalen dargestellt.

Tabelle 22: Ökonomische Gewichtung der Zuchtzielmerkmale (Prozent) der Rassen DL, DE und Pi nach Maßgabe ihrer genetisch nutzbaren Variation

Merkmal	3 Zuchtzielmerkmale			5 Zuchtzielmerkmale		
	DL	DE	Pi	DL	DE	Pi
TZ	36.7	33.3	35.9	25.7	20.4	35.4
MFA	35.3	36.8	42.9	24.7	22.6	42.3
FuA	28.0	29.9	21.2	19.6	18.4	20.9
pH ₁	-	-	-	.7	.7	1.1
LGF	-	-	-	29.3	37.9	.3

In einem Zuchtziel mit den Merkmalen TZ, MFA und FuA haben die Mutterassen eine sehr ähnliche ökonomische Gewichtung, wobei TZ und MFA höhere Werte gegenüber FuA aufweisen. Bei der Vaterasse gibt es zwischen den Merkmalen eine stärkere Differenzierung, wobei der MFA klarer dominiert und eine mehr als doppelte Gewichtung als der FuA besitzt. Auch ist durch den hohen Wert des MFA eine klar ersichtliche Differenzierung zu den Mutterassen gegeben.

Die Ergebnisse bei einem Zuchtziel mit fünf Merkmalen zeigen, daß die Vaterrasse auch hier wieder ein vernachlässigbares Gewicht für Reproduktionsmerkmale erhält. Außerdem ist die Gewichtung des Schlachtkörperwertes beim Pi mehr als ein Drittel höher als bei den beiden Mutterrassen. Bei letzteren hat das Reproduktionsmerkmal eine sehr hohe Bedeutung. In den Mutterrassen treten Unterschiede in der Gewichtung der Merkmale vor allem beim Reproduktionsmerkmal auf.

Die ökonomischen Gewichte sind im wesentlichen abhängig von der Populationsstruktur und den Grenznutzen. Da diese sich in den folgenden alternativen Zuchtplänen nicht verändern, wird auf weitere Tabellen mit einer Darstellung der ökonomischen Gewichte verzichtet.

4.2 Einfluß verschiedener Prüfmethode n auf den Zuchtfortschritt und den Züchtungsgewinn

In diesem Abschnitt wird ein Überblick gegeben, wie sich die Erfolgsparameter Zuchtfortschritt, Züchtungsertrag und Züchtungsgewinn bei Anwendung verschiedener Prüfmethode n unter den definierten Bedingungen für das gesamte Kreuzungssystem sowie in den Rassen entwickeln. Im Mittelpunkt des nachfolgenden Vergleichs alternativer Zuchtpläne stehen die in Tabelle 11 beschriebenen Methoden für die Testung der Eber, vor allem die Stationsprüfung. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Beurteilung der DE_{KR} -Nachkommen- und der Eigenleistungsprüfung der Jungeber auf Station. Als Basis dienen die Ergebnisse des optimierten Zuchtplans A (Tabelle 18). Die mit ihm verglichenen Zuchtpläne B bis F wurden nach den gleichen Kriterien optimiert. In den Kapiteln 4.2.1 bis 4.2.5 werden die Ergebnisse für die einzelnen Zuchtpläne detailliert diskutiert.

Unter der Voraussetzung einer limitierten Stationskapazität können bei Verlagerung der Prüfung der DE_{KR} -Nachkommen vom Feld in die Station (Pläne B und D) die Züchtungskosten etwas gesenkt werden (Tabelle 23). Aber da der Abfall des Züchtungsertrages größer ist, sinkt der Züchtungsgewinn in beiden Varianten um 3 %. Dies ist dadurch bedingt, daß die Prüfung der DE_{KR} -Nachkommen nur begrenzt zum kumulativen Zuchtfortschritt beiträgt, so daß auch der monetäre Zuchtfortschritt abnimmt. Dieser Effekt tritt unabhängig davon auf, ob die Station ausschließlich zur Nachkommenprüfung genutzt wird (Zuchtplan B gegenüber dem optimierten Zuchtplan A) oder ob eine Eigenleistungsprüfung der DL-Jungeber auf Station (Zuchtplan D gegenüber Zuchtplan C) stattfindet. Eine tiefergehende Beschreibung der Effekte einer Prüfung der DE_{KR} -Nachkommen auf Station erfolgt in den Kapiteln 4.2.1 und 4.2.3.

Durch die Einführung der Eigenleistungsprüfung der DL-Jungeber auf Station kann bereits eine erhebliche Steigerung durch Zuchtplan C um 19 % im monetären Zuchtfortschritt und um 26 % im Züchtungsgewinn gegenüber der optimierten Ausgangsvariante erzielt werden, in der die Eigenleistungsprüfung im Feld stattfindet.

Tabelle 23: Generationsintervall, monetärer Zuchtfortschritt je Jahr sowie Züchtungserträge, Züchtungskosten und Züchtungsgewinn je Sau während der Investitionsperiode für die verglichenen Zuchtpläne A bis F

Zuchtplan		A opt.	B	C	D	E	F
Generationsintervall	Jahre	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.52
Mon. Zuchtfortschritt	DM	4.45	4.35	5.29	5.14	6.03	6.36
Mon. Zuchtfortschritt	%	100	98	119	116	136	143
Züchtungsertrag							
TZ	DM	6.99	6.96	8.35	8.33	11.28	12.71
MFA	DM	9.21	8.84	9.57	9.20	9.24	8.87
FuA	DM	6.15	6.07	7.72	7.60	10.27	11.51
pH ₁	DM	-.15	-.15	-.16	-.15	-.14	-.14
LGF	DM	2.65	2.70	2.61	2.67	2.50	2.87
Züchtungsertrag	DM	24.85	24.42	28.09	27.65	33.15	35.82
Züchtungskosten	DM	12.77	12.70	12.91	12.85	12.88	12.88
Züchtungsgewinn	DM	12.08	11.72	15.18	14.80	20.27	22.94
Züchtungsgewinn	%	100	97	126	123	168	190

Bei alleiniger Betrachtung der Ergebnisse für DL (Tabelle 24) im Zuchtplan C sind beträchtliche Steigerungen auf 2.17 DM (176 %) im monetären Zuchtfortschritt sowie auf 9.21 DM (167 %) im Züchtungsertrag zu erkennen. Neben der zusätzlichen Erfassung wichtiger Merkmale ist als weiterer Grund die bedeutende Erhöhung der Selektionsintensität unter den sächsischen Bedingungen zu nennen, da eine Erfassung der Eigenleistung im Feld wegen des geringen Eberbedarfs nur an relativ wenigen Jungebern erfolgt. Eine weitere Diskussion dieser Ergebnisse findet in Kapitel 4.2.2 statt.

Eine Prüfung der Jungeber aller Rassen, auch der DE- und Pi-Jungeber, auf Station im Zuchtplan E erzielte nochmals eine beträchtliche Steigerung gegenüber Zuchtplan C um .74 DM (14%) im monetären Zuchtfortschritt und um 5.09 DM (34 %) im Züchtungsgewinn (Tabelle 23), da sich die Züchtungserträge auf 7.54 DM bei DE (Tabelle 25) und auf 17.07 DM bei Pi (Tabelle 26) erhöhen. Beachtenswert an diesem Zuchtplan ist ebenfalls, daß der Züchtungsertrag der Merkmale TZ (11.28 DM) und FuA (10.27 DM) erstmals dem des MFA (9.24 DM) übersteigt (Tabelle 23).

Tabelle 24: Natürlicher und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall sowie Züchtungserträge je Sau während der Investitionsperiode für die verglichenen Zuchtpläne A bis F der Deutschen Landrasse

Zuchtplan		A opt.	B	C	D	E	F
Nat. Zuchtfortschritt							
TZ	g	3.73	3.71	7.20	7.00	6.73	7.77
MFA	%	.061	.060	.092	.085	.074	.079
FuA	kg/kg	-.010	-.010	-.022	-.021	-.021	-.024
pH ₁	.1	-.004	-.003	-.004	-.004	-.004	-.004
LGF	Stck.	.026	.026	.025	.025	.025	.029
LTZ	g	2.20	2.21	2.27	2.23	2.31	2.52
SSD	mm	-.0008	-.0008	-.0018	-.0018	-.0016	-.0018
Mon. Zuchtfortschritt	DM	1.23	1.22	2.17	2.09	1.98	2.25
Mon. Zuchtfortschritt	%	100	99	176	170	161	183
Generationsintervall	Jahre	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.55
Züchtungsertrag							
TZ	DM	1.67	1.67	3.19	3.12	3.01	3.45
MFA	DM	1.03	1.01	1.56	1.44	1.28	1.41
FuA	DM	1.40	1.39	3.11	3.03	2.91	3.33
pH ₁	DM	-.03	-.03	-.04	-.03	-.03	-.03
LGF	DM	1.46	1.47	1.39	1.38	1.37	1.56
Züchtungsertrag	DM	5.53	5.51	9.21	8.94	8.54	9.72
Züchtungsertrag	%	100	100	167	162	153	176
Anteiliger Züchtungsertrag	%	22	22	33	33	26	27

Die Ursachen sind die gleichen wie bei der Verlagerung der Prüfung der DL-Jungeber vom Feld in die Station. Allerdings ist die Zunahme der Selektionsintensitäten geringer, vor allem bei Pi. Dort ist die Anzahl der eigenleistungsgeprüften Jungeber im Feld bereits wesentlich höher als bei den anderen Rassen (Tabelle 5), da auch der Bedarf ein Vielfaches dem der DL- und auch der DE-Eber durch die hohe Zahl an zu besamenden F₁-Sauen beträgt und somit die Zuchtbetriebe dieser Rasse sich auf den Eberverkauf schwerpunktmäßig orientieren. Die Umsetzung von Zuchtplan E erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Zuchtverband und Züchter und deren Bereitschaft, bereits

die männlichen Tiere als Ferkel in die Prüfstation einzustallen. Weitere Auswirkungen sind in Kapitel 4.2.4 beschrieben.

Tabelle 25: Natürlicher und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall sowie Züchtungserträge je Sau während der Investitionsperiode für die verglichenen Zuchtpläne A bis F des Deutschen Edelschweines

Zuchtplan		A opt.	B	C	D	E	F
Nat. Zuchtfortschritt							
TZ	g	4.48	4.43	4.31	4.22	6.37	6.81
MFA	%	.100	.092	.097	.086	.100	.088
FuA	kg/kg	-.014	-.013	-.013	-.013	-.020	-.021
pH ₁	.1	-.004	-.004	-.004	-.004	-.004	-.004
LGF	Stck.	.023	.023	.023	.025	.022	.025
LTZ	g	1.74	1.71	1.76	1.73	1.75	1.84
SSD	mm	-.0006	-.0004	-.0006	-.0004	-.0014	-.0012
Mon. Zuchtfortschritt	DM	1.58	1.54	1.54	1.47	2.02	2.08
Mon. Zuchtfortschritt	%	100	97	97	91	128	132
Generationsintervall	Jahre	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.51
Züchtungsertrag							
TZ	DM	1.52	1.61	1.46	1.54	2.33	2.60
MFA	DM	1.67	1.44	1.67	1.35	1.68	1.60
FuA	DM	1.53	1.55	1.47	1.46	2.42	2.67
pH ₁	DM	-.03	-.03	-.03	-.03	-.03	-.03
LGF	DM	1.20	1.24	1.23	1.30	1.14	1.32
Züchtungsertrag	DM	5.89	5.81	5.80	5.62	7.54	8.16
Züchtungsertrag	%	100	99	98	95	128	139
Anteiliger Züchtungsertrag	%	24	24	21	20	23	23

Die Beschränkung der Nutzungsdauer der Eber in Reinzucht auf 6 Monate nach der Eigenleistungsprüfung (Zuchtplan F) führt zu einer Steigerung um .33 DM (5 %) im monetären Zuchtfortschritt und um 2.67 DM (13 %) im Züchtungsgewinn gegenüber dem Zuchtplan E. Voraussetzung für die Umsetzung dieses Zuchtplanes ist das Vertrauen der Züchter in einen bereits zu diesem Zeitpunkt mit ausreichender Genauigkeit ermittelten Zuchtwert. Es muß die Akzeptanz bestehen, daß ein höherer

Zuchtfortschritt aufgrund des verkürzten Generationsintervalles trotz eines zu diesem Zeitpunkt durch den Verzicht auf eine Nachkommenprüfung mit geringerer Sicherheit geschätzten Zuchtwertes erzielt wird.

Tabelle 26: Natürlicher und monetärer Zuchtfortschritt je Jahr, Generationsintervall sowie Züchtungserträge je Sau während der Investitionsperiode für die verglichenen Zuchtpläne A bis F des Pietrains

Zuchtplan		A opt.	B	C	D	E	F
Nat. Zuchtfortschritt							
TZ	g	4.46	4.33	4.33	4.32	6.57	7.02
MFA	%	.171	.166	.164	.166	.163	.150
FuA	kg/kg	-.012	-.011	-.011	-.011	-.017	-.018
pH ₁	.1	-.006	-.005	-.005	-.005	-.005	-.005
LGF	Stck.	-.002	-.002	-.002	-.002	-.002	-.002
LTZ	g	2.17	2.25	2.25	2.29	2.01	2.14
SSD	mm	-.0028	-.0030	-.0030	-.0030	-.0032	-.0034
Mon. Zuchtfortschritt	DM	1.64	1.59	1.58	1.58	2.03	2.03
Mon. Zuchtfortschritt	%	100	97	96	96	124	124
Generationsintervall	Jahre	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.49
Züchtungsertrag							
TZ	DM	3.80	3.68	3.70	3.67	5.94	6.66
MFA	DM	6.51	6.39	6.34	6.41	6.28	5.86
FuA	DM	3.22	3.13	3.14	3.11	4.94	5.51
pH ₁	DM	-.09	-.09	-.09	-.09	-.08	-.08
LGF	DM	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01
Züchtungsertrag	DM	13.43	13.10	13.08	13.09	17.07	17.94
Züchtungsertrag	%	100	96	97	97	127	134
Anteiliger Züchtungsertrag	%	54	54	46	47	51	50

Es ist auf die unterschiedlichen natürlichen Zuchtfortschritte, insbesondere des MFA, zu verweisen. Dessen Abnahme führt im wesentlichen dazu, daß der monetäre Zuchtfortschritt bei DE (Tabelle 25) nur in geringem Umfang steigt und Pi (Tabelle 26) konstant bleibt. Daraus folgt, daß auch die über die Zuchtzielmerkmale aufsummierten Züchtungserträge für die einzelnen Rassen unter Beachtung der Werte für den MFA

differenziert zu beurteilen sind. Bei DL (Tabelle 24) ist diese Methode eindeutig positiv einzuschätzen, da die Züchtungserträge aller Merkmale steigen. Bei DE und Pi kommt es durch die Abnahme des Züchtungsertrages für MFA zu einer deutlich geringeren Steigerung des über die Zuchtzielmerkmale aufsummierten Züchtungsertrages, wodurch die Überlegenheit dieser Methode insgesamt stark reduziert wird. Weitere Erläuterungen zu Zuchtplan F erfolgen in Kapitel 4.2.5.

Beim zusammenfassenden Vergleich sind zwischen den Zuchtplänen mit und ohne Prüfung von DE_{KR} -Tieren auf Station keine deutlichen Unterschiede zu konstatieren. Größere Steigerungen treten durch die Verlagerung der Eigenleistungsprüfung der Eber auf die Station bei DL ab Zuchtplan C und bei DE und Pi ab Zuchtplan E sowie durch die Verkürzung des Generationsintervalles in Zuchtplan F auf. Die zu erzielenden Zuwächse gegenüber dem Ausgangszuchtplan sind beträchtlich (Tabelle 23). Für den Zuchtplan F beträgt die Überlegenheit im monetären Zuchtfortschritt 1.91 DM (43 %) für alle Rassen. Beim Züchtungsertrag treten Steigerungen von 4.19 DM (76 %) für DL, 2.27 DM (39 %) für DE und 4.51 DM (34 %) für Pi auf. Der bedeutendste Einflußfaktor für die den anderen Rassen überlegene prozentuale Zunahme bei DL ist die Erhöhung der Selektionsintensität der Jungeber. Diese aufgeführten Veränderungen in der Leistungsprüfung bewirken Verschiebungen der prozentualen Verteilung des Züchtungsertrages auf die verschiedenen Rassen, wobei die größten Schwankungen bei DL zu verzeichnen waren.

Aufmerksamkeit verdient ebenfalls die Betrachtung des über die Rassen aufsummierten Züchtungsertrages für die einzelnen Merkmale im Zuchtziel (Tabelle 23). Während in einem Zuchtplan mit einer Eigenleistungsprüfung im Feld (Zuchtplan A) der MFA mit 37 % am Züchtungsertrag beteiligt ist, reduziert er sich bei einer Eigenleistungsprüfung auf Station (Zuchtplan E) auf 28 % und bei 6-monatiger Einsatzzeit der Jungeber (Zuchtplan F) auf 25 % am gesamten Züchtungsertrag, obwohl der absolute Betrag dieses Merkmales relativ konstant bleibt. Entsprechend gegenläufig entwickeln sich die Anteile der TZ und des FuA mit 28 bzw. 25 %, 34 bzw. 32 % und schließlich 35 bzw. 32 %. Auch der Anteil des Reproduktionsmerkmals sinkt bei Beibehaltung seines

absoluten Niveaus. Das Merkmal pH_1 erhält durch seine negativen Korrelationen zu TZ und MFA einen negativen Wert. Insgesamt betrachtet besitzt dieses Merkmal keinen nennenswerten Einfluß auf den Züchtungsertrag.

Die Verteilung der Prüfplätze (Tabelle 27) steht in engem Zusammenhang mit den zu erzielenden Züchtungsgewinnen der Rassen und insgesamt, da die hier gewonnenen Daten einen wesentlichen Teil der Informationen in den Indizes bilden. Bei den Optimierungsrechnungen wurde die Anzahl der Testeber und der Prüftiere je Testeber unter Beachtung der limitierten Stationskapazität variiert und die Variante mit dem höchsten Züchtungsgewinn ausgewählt.

Tabelle 27: Anzahl Testeber und Prüftiere je Testeber in Stations- und Feldprüfung sowie prozentuale Aufteilung der Stationskapazität auf die Herkünfte

	A opt.	B	C	D	E	F
Anzahl Testeber						
DL	27	26	28	24	20	16
DE	13	11	12	11	11	12
Pi	18	16	16	17	18	20
DE _{KR}	21*	18	25*	16	22*	22*
Pi _{KR}	88*	90*	90*	87*	89*	92*
Prüftiere je Testeber ¹⁾						
DL	10 (5)	8 (4)	12 (4)	12 (4)	12 (4)	12 (4)
DE	14 (7)	14 (7)	12 (6)	10 (5)	15 (5)	15 (5)
Pi	12 (6)	12 (6)	12 (6)	10 (5)	15 (5)	15 (5)
DE _{KR}	30 (5)*	6 (3)	42 (7)*	6 (3)	30 (6)*	30 (6)*
Pi _{KR}	28 (4)*	36 (6)*	30 (5)*	42 (7)*	25 (5)*	25 (5)*
Stationsplätze in %						
DL	41	31	50	43	36	28
DE	27	23	21	17	24	27
Pi	32	29	29	25	40	45
DE _{KR}	---	17	---	15	---	---

* Feldprüfung

¹⁾ Prüfgruppen je Testeber in Klammern

Wesentliche Änderungen in der Verteilung traten bei Prüfung der DE_{KR}-Tiere auf Station auf, da die vorhandene Kapazität auf eine weitere Prüfung verteilt werden mußte. Dies führte zu einer deutlichen Abnahme an der prozentualen Stationsbelegung bei DL um 10 bzw. 7 %. Bei DE und Pi waren die Rückgänge geringer.

Durch die Verlagerung der Eigenleistungsprüfung der Eber auf die Station stieg die Informationsmenge für die erste Selektionsstufe und damit die Sicherheit der Zuchtwertschätzung. Dadurch war bei der entsprechenden Rasse ein prozentualer Anstieg zu registrieren. Die Unterschiede glichen sich nach genereller Umstellung auf diese Prüfmethodik jedoch nicht aus, da die Höhe der Selektionsintensität der Pi-Eber wachsenden Einfluß auf den Züchtungsertrag ausübte. Durch den sechsmonatigen Einsatz der Jungeber als Ebeväter erfolgt ein Wegfall der Informationen aus der Nachkommenprüfung zum Zeitpunkt der Selektion. Dadurch wächst der Einfluß der Nachkommenleistungen der vorherigen Generation, die auch als Voll- und Halbgeschwisterleistungen wieder in den Index einfließen. Dies führte zu einer Erhöhung des Anteiles von DE und Pi, da damit eine größere Steigerung des Züchtungsertrages zu erzielen war.

In Bezug auf die Nachkommenprüfung der Eber für die Kreuzungsanpaarungen waren nur geringe Schwankungen bei der Anzahl der Eber, der Prüfgruppen je Eber und der Tiere je Prüfgruppe festzustellen. In Abhängigkeit vom jeweiligen Zuchtplan können für DE_{KR} 25 bis 30 Testeber mit 30 bis 35 Prüftieren und für Pi_{KR} etwa 90 Testeber mit 25 bis 30 Probanden empfohlen werden.

4.2.1 Stationsprüfung unter Einbeziehung der DE_{KR}-Nachkommen (Zuchtplan B)

Im Zuchtplan B findet die Nachkommenprüfung der DE-Eber für den Kreuzungseinsatz in der Mastprüfanstalt statt (Tabelle 11). Die naturalen Zuchtfortschritte dieses Zuchtplanes weisen gegenüber dem optimierten Zuchtplan A geringe Rückgänge bei

allen Rassen auf (Tabelle 24, 25 und 26). Dieser Effekt ist folgerichtig, da weniger Reinzuchttiere dieser Rassen geprüft werden, ihr Anteil an der Belegung der Prüfstation sinkt (Tabelle 27). Die erfaßten Leistungen von Kreuzungsnachkommen gehen nur über eine Korrelation in den Index der Eber ein (Tabelle 8) und tragen deshalb weniger zum Zuchtfortschritt bei. Aus den Abnahmen der naturalen Zuchtfortschritte folgt ein Rückgang der monetären Zuchtfortschritte.

In Tabelle 23 ist ersichtlich, daß den größten Anteil am Rückgang des gesamten Züchtungsertrages das Merkmal MFA hat mit .37 DM, wovon bereits .23 DM auf die Rasse DE entfallen (Tabelle 25). Das ist bedingt durch die gegenüber dem Feldtest stark reduzierte Zahl an Erfassungen für dieses Merkmal auf der Station. Die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung der DE_{KR}-Eber nimmt zu, da zwar weniger Tiere, jedoch mit höher erblichen Merkmalen (TZ, FuA) auf der Station geprüft werden. Dadurch kann aber der Informationsverlust durch die reduzierte Nachkommenprüfung der DE_{RZ}-Eber sowie der gesunkenen Zahlen getesteter Eber in beiden Anpaarungsverfahren nicht kompensiert werden. Auch der Züchtungsgewinn nimmt ab, da gegenüber dem optimierten Zuchtplan A die Züchtungskosten mit .07 DM in geringerem Umfang sinken als der Züchtungsertrag mit .43 DM. Der Grund der Kostensenkung ist im Wegfall der Kosten des Feldtestes der DE_{KR}-Eber begründet, während die Stationsprüfung aufgrund der limitierten Kapazität gegenüber den optimierten Zuchtplanes A keine zusätzlichen Kosten verursacht.

Für diese Berechnung war es notwendig, die Eingabematrix mit den Korrelationen zwischen den Reinzucht- und Kreuzungstieren zu ändern (Tabelle 8), da in diesem Zuchtplan die Leistungen der Prüftiere für die Nachkommenprüfung der DE_{KR}-Eber auf Station und nicht, wie in Zuchtplan A, im Feld erfaßt werden.

Betrachtet man in Tabelle 27 die Veränderungen in der Stationsbelegung, so geht die Anzahl der in Reinzucht getesteten Tiere aller Rassen gegenüber dem optimierten Zuchtplan A zurück. Durch die Verlagerung der Nachkommenprüfung der DE_{KR}-Eber auf die Station können weniger in Reinzucht angepaarte Eber der Rassen, mit einer

außerdem kleineren Anzahl an Prüfgruppen bei DL, getestet werden. Es wird ebenfalls deutlich, daß bei Prüfung der Nachkommen der DE_{KR}-Eber nur 3 Zweiergruppen auf Station eingestallt werden sollten. Die DE_{KR}-Eber weisen trotzdem eine geringfügig höhere Korrelation zwischen Index und Zuchtwert auf als im optimierten Zuchtplan A, wo 30 Nachkommen im Feld getestet wurden.

4.2.2 Stationsprüfung unter Einbeziehung einer Eigenleistungsprüfung der DL-Jungeber (Zuchtplan C)

Im Folgenden wird der Effekt der Einbeziehung der Eigenleistungsprüfung der DL-Jungeber auf Station untersucht. Wie in Kapitel 3.2.5 beschrieben, besteht bei diesem Verfahren eine Prüfgruppe besteht aus drei männlichen Tieren eines Wurfes. Weitere Veränderungen gegenüber der Feldprüfung ergeben sich in den Indizes der Eber in der ersten wie in der zweiten Selektionsstufe. Die Jungeber haben zum Zeitpunkt der Selektion als Eigenleistung nicht nur Angaben über LTZ und SSD, sondern auch für TZ und FuA. Außerdem, eine durchdachte und systematische Stationsbelegung vorausgesetzt, haben auch die Väter und deren Väter diese Ergebnisse aus einer Eigenleistungsprüfung auf Station.

Die Auswirkungen dieses Zuchtplanes sind am deutlichen Anstieg der naturalen Zuchtfortschritte der DL in den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes gegenüber den vorangegangenen Zuchtplänen zu erkennen (Tabelle 24). Vor allem die bei der Eigenleistungsprüfung an den Jungebern erfaßten Merkmale TZ und FuA weisen große Steigerungen um 3.47 g (93 %) bzw. -.012 kg/kg (120 %) gegenüber dem optimierten Zuchtplan A auf. Die Zunahme beim MFA ist demgegenüber mit .031 % (51 %) erwartungsgemäß geringer, da dieses Merkmal nicht als Eigenleistung der ausgewählten Jungeber erfaßt wird. Bei den Rassen DE und Pi nehmen die Zuchtfortschritte leicht ab (Tabellen 25 und 26). Dieser Effekt ist mit der Verschiebung in der Stationsbelegung zu erklären. Es werden weniger Tiere geprüft, wodurch der Umfang an Informationen für die Zuchtwertschätzung der Eber abnimmt. Beim Zuchtfortschritt des Reproduktionsmerkmals traten keine wesentlichen

Veränderungen auf. Die monetären Zuchtfortschritte zeigen eine deutliche Überlegenheit der DL mit etwa 38 % gegenüber dem Mittel der zwei anderen Rassen.

Es ist eine starke Steigerung der Züchtungserträge bei DL und ein leichter Abfall bei DE und bei Pi zu registrieren. Insgesamt führt dies zu einer Erhöhung des monetären Zuchtfortschrittes um beachtliche 19 % gegenüber dem optimierten Zuchtplan A (Tabelle 23). Züchtungsertrag und Züchtungsgewinn steigen um 3.24 DM (13 %) bzw. 3.10 DM (26 %). Die TZ und der FuA erreichen 8.35 bzw. 7.72 DM im Züchtungsertrag und damit Steigerungen um 19 bzw. 26 %, während der MFA mit 9.57 DM sich lediglich um 4 % erhöht. Bei den anderen Zuchtzielmerkmalen treten keine nennenswerten Veränderungen auf. Die Kosten steigen weniger als 2 % durch die Zunahme im Umfang des Feldtestes bei DE sowie durch Kosten verbunden mit Selektion (Anzahl an Eigenleistungsprüfungen) und Haltung (höhere Anzahl an Testebnern). Diese wirken sich durch den wesentlich bedeutenderen Zuwachs im Züchtungsertrag nicht spürbar auf den Züchtungsgewinn aus.

Die Zuwächse sind durch eine veränderte Stationsbelegung bedingt (Tabelle 27). Da die Gruppengröße bei DL gestiegen ist und die Anzahl an Testebnern relativ konstant geblieben ist, führt dies zu einem hohen Prozentsatz an DL-Tieren auf der Teststation. Gegenüber dem optimierten Zuchtplan A geht der Anteil an Prüftieren bei DE und Pi zurück, während er sich gegenüber Zuchtplan B als konstant erweist. Beim Feldtest der DE_{KR}-Eber ist ein Anstieg der Anzahl zu testender Eber sowie zu testender Tiere je Eber zu verzeichnen. Dies steht im Zusammenhang mit dem geringeren Umfang der Prüfung der DE-Eber in Reinzucht und dem damit verbundenen Informationsverlust. Hier kann über die Erweiterung der Anzahl Testanpaarungen im Feld gegenüber dem optimierten Zuchtplan A und der damit steigenden Korrelation zwischen Index und Zuchtwert der Eber noch ein Anstieg im Zuchtfortschritt erreicht werden, ohne daß die Kosten den Ertrag überschreiten. Aus diesem Blickwinkel ist die geringere Abnahme des Züchtungsertrages des DE mit .09 DM gegenüber dem optimierten Zuchtplan A erklärbar. Bei Pi kann der Informationsverlust aus der restriktiveren Stationsprüfung weniger kompensiert werden.

Die Züchter der Rasse DL sind im wesentlichen auf den Sauenverkauf ausgerichtet und der Eberverkauf ist kein bedeutender betriebswirtschaftlicher Faktor. Sie sind demzufolge nur begrenzt an einer Aufzucht der Eber und deren Verkauf interessiert. Aus diesen Gründen ist Zuchtplan C auch in einem genossenschaftlich organisierten Zuchtverband wie dem sächsischen organisatorisch gut umzusetzen, zumal hier die Zucht dieser Rasse in sehr wenigen Betrieben konzentriert ist. Demgegenüber ist es für einen Landeszuchtverband nicht unproblematisch, die auf den Eberverkauf ausgerichteten DE- und Pi-Züchter zu gewinnen, ihre männlichen Ferkel an eine Station abzugeben.

4.2.3 Stationsprüfung unter Einbeziehung einer Eigenleistungsprüfung der DL-Jungeber und der DE_{KR}-Nachkommen (Zuchtplan D)

In Zuchtplan D werden die Änderungen im Zuchtplan B durch Hinzunahme der DE_{KR}-Tiere auf Station und im Zuchtplan C mit dem Übergang der Nachkommenprüfung bei DL in eine Eigenleistungsprüfung kombiniert (Tabelle 11). Bei Betrachtung der naturalen Zuchtfortschritte ist dieser Zuchtplan bei DE sowohl gegenüber Zuchtplan B als auch gegenüber Zuchtplan C nachteilig (Tabelle 25). Die Analyse zeigt eine Verschiebung zwischen den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes. Sie ist durch die Änderung des Testverfahrens und der Anzahl und Art der Merkmalerfassung begründet. Die Ursachen sind darin zu sehen, daß durch das Vorliegen von Ergebnissen aus der Stationsprüfung eine Aufwertung der TZ und des FuA erfolgt, die deshalb mit 4.22 g bzw. -.013 kg/kg ein mit den vorhergehenden Zuchtplänen vergleichbares Niveau erreichen. Demgegenüber sinkt der Wert des MFA deutlich auf .086 %, da er zwar auch an den Kreuzungsnachkommen auf Station erfaßt wird, aber die Anzahl der Messungen im Vergleich zum Feldtest wesentlich abnimmt. Diese Tendenzen bei DE sind ähnlich denen beim Vergleich des optimierten Zuchtplanes A mit dem Zuchtplan B. Im Vergleich der monetären Zuchtfortschritte der Rassen mit Zuchtplan C führt Zuchtplan D zu einer Abnahme bei DL und DE auf 2.09 bzw. 1.47 DM (Tabelle 24 und 25), während bei Pi das Niveau mit 1.58 DM erhalten

bleibt (Tabelle 26). DE weist hier im Vergleich der bisher betrachteten Zuchtpläne die niedrigsten Werte auf.

Die Abnahme der Züchtungserträge der DL ist durch die starke Reduzierung ihres Anteils an der Stationsbelegung gegenüber Zuchtplan C um 7 % bedingt (Tabelle 27), während bei Pi die Summe der einzelnen Züchtungserträge gegenüber den Zuchtplänen B und C Stabilität zeigt. Diese unerwartete Wirkung ist ausschließlich bedingt durch die zahlenmäßige Ausdehnung des Feldtestes der Pi_{KR}-Eber und den negativen Korrelationen des MFA zu der TZ und dem FuA. Dadurch kann die geringe Abnahme des Züchtungsertrages bei der TZ und dem FuA gegenüber Zuchtplan C durch die Steigerung des MFA kompensiert werden. Es ist ersichtlich, daß, wie im Zuchtplan B, der Rückgang des gesamten Züchtungsertrages im wesentlichen durch die Abnahme des Züchtungsertrages des Merkmals MFA der Rasse DE bedingt ist. Wie in Zuchtplan B im Vergleich zum optimierten Zuchtplan A, so ist auch in diesem Zuchtplan im Vergleich zum Zuchtplan C kein höherer Züchtungsgewinn zu erzielen. Auch in einem Zuchtplan mit einer Eigenleistungsprüfung der DL-Eber auf Station ist keine Rechtfertigung einer Prüfung von Kreuzungstieren auf Station aus züchterischer und ökonomischer Sicht gegeben.

Bei der Stationsbelegung setzen sich die in den vorangegangenen Zuchtplänen aufgetretenen Tendenzen fort (Tabelle 27). Durch die zusätzliche Prüfung verringert sich die Anzahl der in Reinzucht getesteten Eber bei DL, wodurch die Selektionsintensität negativ beeinflußt werden. Die Reduzierung der Anzahl an Prüftieren je Testeber bei DE und Pi führt zu einer abnehmenden Genauigkeit der Zuchtwertschätzung. Im Feldtest der Pi_{KR}-Eber ist eine Erhöhung der Anzahl an Prüfgruppen je Testeber bei einer konstanten Zahl an Tieren je Prüfgruppe und somit eine gestiegene Zahl an Prüftieren zu erkennen. Bei der Anzahl an Testebnern sind nur marginale Veränderungen zu erkennen.

4.2.4 Eigenleistungsprüfung aller Jungeber auf Station (Zuchtplan E)

Die vollständige Verlagerung der Eigenleistungsprüfung in die Station ist die Fortsetzung der mit Zuchtplan D begonnenen Entwicklung. Damit ist es möglich alle zur Zucht genutzten Eber der verschiedenen Rassen unter gleichen Bedingungen aufzuziehen und zu testen. Außerdem ist durch diese Maßnahme unter den Bedingungen des sächsischen Landeszuchtverbandes eine Steigerung der Selektionsintensität auch bei DE- und Pi-Jungebern zu realisieren, da die Anzahl der erfaßten Eigenleistungen im Vergleich zur Prüfung im Feld erhöht wird.

Verglichen mit dem optimierten Zuchtplan A zeigen die naturalen Zuchtfortschritte bei den Merkmalen TZ und FuA ein relativ hohes Niveau entsprechend der Stellung der jeweiligen Rasse im Kreuzungssystem (Tabellen 24, 25 und 26). Das wird darin deutlich, daß der naturale Zuchtfortschritt der TZ bei DL, DE und Pi um 80, 42 und 47 % sowie der FuA um 110, 42 und nochmals 42 % anstieg, da diese Merkmale als Eigenleistung der Testeber in den Index eingehen. Demgegenüber ist der naturale Zuchtfortschritt des MFA relativ konstant geblieben, weist aber inhomogene Tendenzen auf. Bei der DL stieg er um 21 %, blieb beim DE konstant und fiel beim Pi um 5 %. Die Veränderungen bei den Merkmalen pH_1 und LGF sind zu vernachlässigen.

Verglichen mit den Ergebnissen von Zuchtplan D gehen die naturalen Zuchtfortschritte der DL bei FuA nicht und bei TZ und MFA etwas zurück, während die Steigerungen bei den Rassen DE und Pi bedeutend sind. Die leichte Abnahme im MFA bei Pi ist auf die um die hohe Anzahl an Testebnern verringerte Anzahl Erfassungen des MFA auf Station zu erklären. Bei DE verringert sich diese Zahl ebenfalls, aber im Vergleich zu Pi werden nur etwa ein Viertel der Eber für die Kreuzungsanpaarungen benötigt. Die Zahlen für die monetären Zuchtfortschritte der Rassen spiegeln die naturalen Zuchtfortschritte wider und weisen mit circa 2 DM eine relative Ausgeglichenheit zwischen den Rassen aus.

Bei der Betrachtung des Beitrages der einzelnen Merkmale der Rassen zum Züchtungsertrag im Vergleich zum optimierten Zuchtplan A ist am auffälligsten eine wesentliche Steigerung bei TZ und FuA. Beim MFA, dem pH₁-Wert und bei LGF treten durch verschiedene Faktoren nur geringe Veränderungen auf. Bei den beiden erstgenannten Merkmalen ist die Ursache in der abnehmenden Anzahl an Erfassungen je Rasse von auf Station geprüften Tieren durch den Ausfall von Informationen an den für die Zucht vorgesehenen Jungebern zu suchen. Bei LGF traten keine wesentlichen Veränderungen auf, da keine bzw. nur sehr geringe Korrelationen zu anderen Merkmalen existieren und es selbst nicht Gegenstand einer Optimierungsrechnung war.

Bei diesem Zuchtplan ist der über die Rassen aufsummierte Züchtungsertrag eines Merkmals bei TZ und FuA im Gegensatz zu allen bisher betrachteten Zuchtplänen höher als bei MFA (Tabelle 23). Die Steigerung des Züchtungsertrages und Züchtungsgewinnes gegenüber dem optimierten Ausgangsplan um 8.30 (33 %) bzw. 8.19 DM (68 %) und im Vergleich zu Zuchtplan C um 5.06 DM (18 %) bzw. 5.09 DM (34 %) belegen die deutliche Überlegenheit und die Potenzen dieses Zuchtplanes gegenüber der ausschließlichen Nachkommenprüfung bzw. der auf eine Rasse begrenzten Eigenleistungsprüfung auf Station. Die Veränderungen in den Kosten spielen wiederum eine unwesentliche Rolle.

Bei der Stationsbelegung ist im Vergleich zum optimierten Zuchtplan A festzustellen, daß mehr Tiere je Eber geprüft werden (Tabelle 27). Die Abnahme der Anzahl geprüfter Gruppen, wird durch die höhere Zahl an Prüftieren je Gruppe mehr als ausgeglichen. Bei der DL geht die Anzahl der nachkommengeprüften Eber stärker zurück als bei DE, während sie bei Pi konstant bleibt. Dadurch ergibt sich eine Abnahme der DL und des DE an der Belegung der Station um 5 % bzw. 3 %, wogegen Pi demzufolge um 8 % aufstocken kann. Durch die dadurch gewonnenen Informationen kann der Umfang der Feldprüfung reduziert werden.

4.2.5 Einsatz der Eber nach Eigenleistungsprüfung auf Station zur Erzeugung von Zuchtebern (Zuchtplan F)

Um die Auswirkungen einer Verringerung des Generationsintervalles zu untersuchen, wurden die Effekte eines Einsatzes von Testebern als Eberväter getestet. In diesem Zuchtplan beträgt die Nutzungsdauer 6 Monate in der Reinzucht und bewirkt daher eine beträchtliche Verkürzung des Generationsintervalles auf der Eberseite. 6 Monate wurden gewählt, da aus programmtechnischen Gründen eine kürzere Nutzungsdauer nicht definiert werden konnte und bei Testrechnungen längere Annahmen für die Nutzungsdauer geringere Zuchtfortschritte und Züchtungserträge erzielten. Da die Eber sofort nach der Eigenleistungsprüfung als Eberväter eingesetzt werden, entfallen in diesem Zuchtplan die die Selektionsintensität reduzierenden 20 % Verluste der Eber bis zum Vorliegen der Nachkommenprüfergebnisse. Außerdem erzielen sie schneller Merkmalsrealisierungen, was zu einer leichten Erhöhung der SDA-Werte für den betrachteten Investitionszeitraum führt.

Die Veränderungen in den Zuchtfortschritten der Merkmale im einzelnen analysiert, treten gegenüber den Zuchtplänen A bis D die Verschiebungen der bereits im Zuchtplan E beschriebenen naturalen Zuchtfortschritte auf. Im Vergleich zum Zuchtplan E ist bei DL ein Anstieg aller naturalen Zuchtfortschritte zu verzeichnen (Tabelle 24). Der abnehmende naturale Zuchtfortschritt des MFA bei DE und Pi ist im wesentlichen durch den Wegfall der Informationen aus der Nachkommenprüfung der Kreuzungsanpaarungen im Feld für die Auswahl der Reinzuchteber zu begründen (Tabellen 25 und 26). Durch den frühen Zeitpunkt und der zeitlichen Begrenzung des Zuchteinsatzes als Eberväter stehen diese Informationen zum Zeitpunkt der Selektion, wie auch die Ergebnisse der Nachkommenprüfung der Reinzuchtanpaarungen auf Station bei allen Rassen, nicht zur Verfügung. Dadurch ist die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung wesentlich geringer, wodurch die Vorteile eines verkürzten Generationsintervalles zu einem großen Teil kompensiert werden. Auch die anderen Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes weisen deshalb einen geringeren Anstieg auf, sind aber denen in Zuchtplan E überlegen.

Die DL erzielt in diesem Zuchtplan den höchsten monetären Zuchtfortschritt. Sie besitzt den Vorteil der höchsten Populationsgröße, wodurch eine hohe Selektionsintensität ermöglicht wird. Außerdem hat diese Rasse den Wegfall von Nachkommenleistungen aus Kreuzungsanpaarungen im Vergleich zu DE und Pi nicht zu kompensieren. Das Generationsintervall verkürzte sich bei allen Rassen durch den zeitlich stark beschränkten Eberinsatz in Reinzucht von etwa 1.80 Jahren in den vorangegangenen Zuchtplänen auf etwa 1.52 Jahre. Dabei ist zu beachten, daß diese Zahl aus Eber- und Sauenpfaden berechnet wird. Das Generationsintervall des Sauenpfades blieb konstant, da die Nutzungsdauer nicht verändert wurde. Die Reduzierung des Generationsintervalles des Eberpfades ist somit stärker als in dieser Angabe ersichtlich.

In diesem Zuchtplan sind, wie bereits in Zuchtplan E, die über die Rassen aufsummierten Züchtungserträge der TZ und des FuA höher als die des MFA (Tabelle 23). Durch den Wegfall der Informationen aus den Nachkommenprüfungen der in Kreuzung angepaarten Eber wurde dieser Trend verstärkt. Während vor allem bei TZ und FuA die Züchtungserträge steigen, sinkt der Züchtungsertrag bei MFA, da der Abfall bei DE und vor allem Pi stärker ist als der Anstieg bei DL. Die Steigerung des Züchtungsertrages und Züchtungsgewinnes des Zuchtplanes F gegenüber dem optimierten Ausgangsplan um 10.97 DM (44 %) bzw. 10.86 DM (90 %) und im Vergleich zu Zuchtplan E um 2.67 DM (8 bzw. 13 %) belegen die Überlegenheit dieses Zuchtplanes.

Bei Analyse der Veränderungen in der Stationsbelegung gegenüber Zuchtplan E sind leichte Verschiebungen bei der Aufteilung der Stationskapazität zugunsten von DE und vor allem Pi zu konstatieren (Tabelle 27). Sie führen zu einer leichten Kompensation des Wegfalles der Nachkommenprüfung im Feld für die in Reinzucht eingesetzten Eber. Diese haben aber keinen wesentlichen Einfluß auf das Gesamtergebnis. Für den Feldtest ergeben sich keine abweichenden Ergebnisse zu Zuchtplan E.

5 DISKUSSION

Auf den nationalen und zunehmend internationalen Zuchtvielmärkten sind optimal strukturierte Zuchtprogramme eine Notwendigkeit, um am Markt zu bestehen. Sich verändernde Marktsituationen erfordern eine ständige Überprüfung der züchterischen Tätigkeit unter Beachtung künftiger Entwicklungen. War in der Vergangenheit die Lösung von Teilproblemen im Vordergrund von Untersuchungen zu wissenschaftlich begründeten Zuchtprogrammen, so geht es in der Gegenwart um die Optimierung ganzer Reinzucht- bzw. Kreuzungszuchtprogramme. Mit Hilfe von Modellen, die den praktischen Gegebenheiten möglichst genau angepaßt werden, sind Simulationsrechnungen durchführbar, mit denen eine Antwort auf vielfältige Fragestellungen möglich ist.

Zu den wichtigsten Parametern, die die optimale Struktur von Besamungszuchtprogrammen bestimmen, gehören neben den Populationsgrößen der verschiedenen Rassen und Stufen die Nutzungsdauer in den Selektionsgruppen sowie die Anzahl jährlich selektierter Zuchteber. Wesentlichen Einfluß auf die Qualität letzterer hat die Anzahl geprüfter Jung- und Testeber sowie deren durch Art und Umfang der Prüfung bedingte Genauigkeit der Zuchtwertschätzung. Eine besondere Bedeutung für ein optimales Zuchtziel hat eine wissenschaftlich fundierte Erstellung der ökonomischen Gewichte im Gesamtzuchtwert der Rassen. Diese hängen von den Populationsstrukturen und vom angewandten Kreuzungssystem ab. Voraussetzung dafür ist die exakte Bestimmung der Grenznutzen in der Produktionsstufe.

Bei Planungsrechnungen für die Kreuzungszucht bestehen einige Unterschiede zur Reinzucht. Es ergibt sich eine Aufspaltung in Züchtungs-, Vermehrungs- und Produktionsbereich. Für jede Rasse bzw. Population wird zuerst ein Reinzuchtplan aufgestellt, da jede Rasse sich selbst reproduziert. Danach erfolgt die Verknüpfung der Reinzuchten über die Vermehrungs- und Produktionsstufe und es werden die erforderlichen Parameter für jede Selektionsgruppe eingegeben. Diese verschiedenen Stufen sind voneinander abhängig in Bezug auf die Tierzahl. Der Zuchtfortschritt der nachfolgenden Stufen wird im wesentlichen aus den Zuchtfortschritten in der Reinzucht

und den übertragenen Genanteilen ermittelt. Unter Annahme von Kosten und limitierenden Faktoren beeinflussen sich bei den Optimierungsrechnungen die verschiedenen Stufen gegenseitig.

Schwerpunkt bei Planungsrechnungen in Systemen der Kreuzungszucht ist die Berechnung des züchterischen Fortschrittes in der Reinzucht und deren Weitergabe in die Kreuzungsstufe(n) bis zu den Endprodukten. Bedeutend für die Effizienz des Systems ist die tatsächliche Übertragungsdauer des Zuchtfortschrittes von den Rassen bis zu den Endprodukten. Der Abstand des genetischen Niveaus der Reinzuchtpopulationen zu den Endprodukten hängt im wesentlichen von der Höhe des erzielten Zuchtfortschrittes in den Rassen der Zuchtstufe, von der Anzahl der dazwischenliegenden Generationen und von den Selektionsmaßnahmen beim Übergang von einer Stufe zur nächsten ab. Bei der Einbeziehung von Kreuzungsleistungen in die Selektion sind diese als zusätzliche Merkmale mit den entsprechenden Parametern zu definieren, da nicht von Korrelationen gleich eins zwischen Reinzucht- und Kreuzungstieren ausgegangen werden kann.

Als Bewertungskriterien für den Vergleich von Zuchtplänen dienen die monetären und naturalen Zuchtfortschritte sowie der Züchtungsgewinn (NIEBEL & FEWSON, 1979a). Für die Zuchtplanung beim Schwein ist charakteristisch, daß Züchtungsertrag und Züchtungsgewinn in einer engeren Beziehung stehen als bei Spezies mit geringerer Fruchtbarkeit und längerem Generationsintervall. Die Züchtungskosten haben einen relativ geringen Einfluß auf die Rangierung von Zuchtplänen. Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zu beachten, daß sie spezifisch für die verwendeten, an den Strukturen und Zahlen des Sächsischen Schweinezuchtverbandes e.V. ausgerichteten Eingabeparameter sind. Sie können nicht direkt auf Zuchtverbände und Zuchtunternehmen mit anderen Populationsstrukturen, Prüf- und Kreuzungssystemem übertragen werden. Jedoch liefern die Aussagen der Untersuchung tieferen Einblick in Mechanismen für die gezielte Beeinflussung von Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn, die unter Berücksichtigung der Unterschiede vielleicht auch für andere Zuchtverbände wertvolle Hinweise liefern können.

Anpaarungsstrategie

Die Kosten eines Selektionsprogrammes sind im allgemeinen abhängig von der Nukleusgröße und der Anzahl der getesteten Tiere, während die Züchtungserträge des Zuchtprogrammes wesentlich von der Struktur der Population außerhalb des Nukleus bestimmt werden. Es existiert ein Punkt, von dem aus eine weitere Vergrößerung des Nukleuses nicht mehr gewinnbringend ist und alternativen Investitionen Vorrang gegeben werden sollte (SEHESTED, 1995). Andererseits existiert jedoch eine Mindestgröße, um die Abnehmer mit der notwendigen Anzahl an Tieren zur Reproduktion der Sauen in der nachfolgenden Stufe zu versorgen. Im Fall einer Dreiwegekreuzung ist der Minimalbedarf an Ebern bei den Mutterrassen gering. Mindestgrößen von Mutterrassen sind allgemein abhängig von der Anzahl erforderlicher F_1 -Sauen, wie auch davon, ob reziproke Kreuzung praktiziert wird oder nicht. Mindestgrößen werden normalerweise nicht angestrebt, um Inzucht und Produktionsunsicherheit zu vermeiden.

Die Untersuchungen erfolgten auf der Basis einer Dreirassenkreuzung. Es wurde von einer Einfachkreuzung zur Erstellung der F_1 -Generation, bestehend aus 46000 Sauen, ausgegangen. Die Kalkulationen für eine optimale Anzahl an DL-Sauen zur Anpaarung in Reinzucht bei einer Gesamtzahl von 4000 Sauen dieser Rasse führen zu leicht unterschiedlichen Ergebnissen in Abhängigkeit davon, ob die Anzahl an DL-Sauen insgesamt oder für die Anpaarung in Kreuzung konstant gehalten werden. Bei konstantem Eber-Sauen-Verhältnis und unter Berücksichtigung von monetärem Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn sprechen die Ergebnisse für einen Umfang von 750 bis 800 Reinzuchtanpaarungen. Bei Beibehaltung einer konstanten Anzahl an DL-Ebern ändert sich nach Variation der Anzahl an Reinzuchtanpaarungen deren Selektionsintensität. Daraus resultiert eine Erhöhung des zu empfehlenden Anpaarungsumfanges auf 850 bis 900 DL-Sauen in Reinzucht. Der direkte Vergleich mit Ergebnissen anderer Autoren, zum Beispiel NIEBEL & FEWSON (1979d), erscheint wegen der spezifischen Problemstellung dieser Untersuchungen nicht sinnvoll.

Eine Variation der Größe der Sauenpopulation bei DE und Pi wurde nicht durchgeführt, da hierzu Berechnungen unter Beachtung der Inzucht angestellt werden müßten. Eine

Antwort auf diese Fragestellung ist im wesentlichen bei DE ROO (1988b), RÖHE (1991), KRIETER (1994) und BRISBANE & GIBSON (1995a) gegeben, wobei allerdings die Rolle der Züchtungskosten ungenügend berücksichtigt wurde. Auch in einer Arbeit unter Berücksichtigung der Züchtungskosten (TRAPPMANN, 1978) wurde mit einem Umfang der Sauenbestände in Reinzucht gearbeitet, der dem der eigenen Untersuchungen vergleichbar ist. Durch den simulierten Fremdgenanteil in den Zuchtplänen können Inzuchtdepressionen ausgeschlossen werden, wenn die Eberauswahl unter Beachtung dieser Problematik erfolgt. Ein Austausch von Zuchtmaterial entspricht den Realitäten in der Praxis und ermöglicht eine Reduzierung des Umfanges von Zuchtpopulationen.

Nutzungsdauer

Die Angaben von DAENICKE (1975), TRAPPMANN (1978), NIEBEL & FEWSON (1979c) und THIELE (1983) über die optimale Nutzungsdauer können nur begrenzt mit den Ergebnissen dieser Arbeit verglichen werden. Unterschiede bestehen bereits in der Definition des Eber-Sauen-Verhältnisses, der zeitlichen Einordnung der Selektionsmaßnahmen, der Anzahl der Selektionsstufen sowie in der Anwendung von Zwei- bzw. Vierpfade-Modellen. Bei Betrachtung der Nutzungsdauer der Eber ist deshalb sehr genau zu hinterfragen, wie sie berechnet wurde. In der Vergangenheit konnte in der Regel davon ausgegangen werden, daß damit die Zeit des Einsatzes nach abgeschlossener Nachkommenprüfung angegeben wurde und die Eber bis dahin außer für den Testeinsatz nicht abgesamt wurden. Durch den hohen Kostendruck ist es gegenwärtig nicht mehr akzeptabel, mit einem umfassenderen Einsatz bis zum Vorliegen der Ergebnisse der Nachkommenprüfung zu warten. So erfolgt oft ein Einsatz der noch nicht nachkommengeprüften Eber zur Produktion von Kreuzungstieren. Auch zur Erstellung von Reinzuchtsauen werden inzwischen diese Eber eingesetzt. In vielen Zuchtorganisationen bleibt aber unbestritten, daß zur Erzeugung von in der Zucht verwendeten Ebern nur nachkommengeprüfte Elterntiere in Betracht kommen. Es ist also zu betonen, daß bei der Angabe der Nutzungsdauer klar definiert werden muß, auf welche Art der Anpaarung sich diese Zahl bezieht und ob der Zeitraum vor Abschluß der Nachkommenprüfung eingeschlossen ist.

Die optimale Nutzungsdauer von 12 Monaten, wie sie für in Reinzucht angepaarte nachkommengeprüfte Eber zur Erzeugung von Zuchtebern bei TRAPPMANN (1978) und

THIELE (1983) angegeben wurde, konnte in den eigenen Untersuchungen im wesentlichen bestätigt werden. Hier wurden, in Abhängigkeit von der Rasse, zwischen 10 und 14 Monate berechnet. Die bei DAENICKE (1975), NIEBEL & FEWSON (1979c) und RÖHE (1991) angegebenen Werte für die Nutzungsdauer beziehen sich auf eine Einstufenselektion zum Zeitpunkt der Eigenleistungsprüfung der Eber, wodurch eine Vergleichbarkeit mit Zuchtplan F gegeben ist, in dem der Einsatz der Jungeber nach der Eigenleistungsprüfung zur Erzeugung von Zuchtebern erfolgte. DAENICKE (1975) ermittelte für ein vergleichbares Eber-Sauen-Verhältnis Werte für eine optimale Nutzungsdauer zwischen .5 und .75 Jahren, die sich in Einklang mit den eigenen Ergebnissen befinden. Eine noch kürzere Nutzungsdauer empfiehlt RÖHE (1991) in seinen Berechnungen mit 3-4 Monaten in Abhängigkeit von der Populationsgröße der Sauen und bei einem engen Eber-Sauen-Verhältnis. Dies konnte durch programmtechnische Restriktionen nach der Wahl von 6 Monaten als Bezugszeiteinheit nicht nachvollzogen werden. Demgegenüber kann nach NIEBEL & FEWSON (1979c) mit einer Nutzungsdauer für Reinzuchtanpaarungen von 1.25 Jahren der höchste Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn erzielt werden. THIELE (1983) empfiehlt für eine Dreiwegekreuzung 1 Jahr für den Reinzucht- und 1.5 Jahre für den Kreuzungseinsatz. Diese Ergebnisse tragen der Tatsache Rechnung, daß eine längere Nutzungsdauer geringere Bestände erfordert, wodurch eine rationellere Ausnutzung der Prüfkapazitäten erzielt wird und somit höhere Selektionsschärfen bei den Ebern realisiert werden kann. Auch sind die verwendeten Indizes zu beachten. In den eigenen Untersuchungen wurde außerdem zwischen dem Eberinsatz zur Erzeugung der F₁-Generation und den Endprodukten unterschieden, wo die Nutzungsdauer wesentlich länger sein kann. Die Modellkalkulationen ergaben 2.2 Jahre für die DE- und 2.7 Jahre für die Pi-Eber.

Allen aufgeführten Berechnungen liegt die Indextheorie zugrunde. Ein Alteber wird solange genutzt, bis er durch einen Jungeber mit einem höheren Zuchtwert ersetzt werden kann. Bei der zunehmend angewandten BLUP-Methodik können bei dieser Entscheidung zusätzlich fixe Umwelteffekte, genetische Trends, alle Verwandteninformationen, Anpaarungsniveau und Selektion berücksichtigt werden.

Die Zuverlässigkeit eines Zuchtplanes mit einem Einsatz der Eber nach der Eigenleistungsprüfung als Eberväter wurde durch die in den letzten Jahren verbesserte Datenerfassung und -verarbeitung weiter erhöht, so daß es möglich ist, bereits zu diesem Zeitpunkt einen Zuchtwert mit hoher Sicherheit zu ermitteln. Zu diesem Zeitpunkt liegen bereits umfassende Informationen von Verwandten vor, von Ahnenleistungen bis hin zu Voll- und Halbgeschwisterleistungen, welche in einer Zuchtwertschätzung verbunden und ausgewertet werden können. Nach den eigenen Untersuchungen ist es möglich, daß die bei Jungebern geringere Sicherheit des Zuchtwertes durch eine Verkürzung des Generationsintervalles mehr als ausgeglichen werden kann. Dies ist eine Bestätigung der bereits genannten Arbeiten zu dieser Problematik.

Bei der Bewertung der für Sauen angegebenen Nutzungsdauer ist ein Vergleich mit den Untersuchungen anderer Autoren besser gegeben, da hier nur zwischen Anpaarung in Reinzucht und Kreuzungsstufen unterschieden wird. Eine Reinzuchtvermehrung wurde in den eigenen Untersuchungen nicht angenommen. Im Vergleich zu den Angaben von TRAPPMANN (1978) wurde in den eigenen Untersuchungen eine weitgehende Übereinstimmung bei den Reinzuchtsauen mit 1.5 Jahren und bei den Kreuzungssauen mit 2.3 zu 2.5 Jahren erzielt. THIELE (1983) empfiehlt 1.5 bzw. 2.0 Jahre. Dagegen gibt DAENICKE (1975) die optimale Nutzungsdauer der Reinzuchtsauen mit 1.0 Jahren und die der Kreuzungssauen mit etwa 1.5 Jahren an. Die Ergebnisse von DAENICKE (1975), TRAPPMANN (1978) und THIELE (1983) resultieren aus einem Zwei-Pfade-Modell. Es konnte nicht zwischen Sauen zur Erzeugung von Ebern und zur Erzeugung von Sauen unterschieden werden. In den eigenen Untersuchungen war dies möglich und führte zu einer Nutzungsdauer von 1.0 bzw. 1.5 Jahren.

Da auf dem Sauenpfad die Selektionsintensitäten nur unter hohem ökonomischen Aufwand gesteigert werden können und daher auch eine Verkürzung des Generationsintervalles nur in einem eng begrenzten Rahmen möglich ist, liegen die ermittelten Werte für die Nutzungsdauer höher als auf dem Eberpfad. DAENICKE (1975) stellte fest, daß eine Selektion in den nachgelagerten Stufen nur eine Verkürzung der Übertragungsdauer bringt, wobei die Aufwendungen für die Remontierung steigen. Ebenso wie in den eigenen Untersuchungen festgestellt wurde, ist er der Ansicht, daß in

diesem Fall eine Mindestselektion am günstigsten ist. Das bedeutet, daß im wesentlichen alle nach einer Exterieurbeurteilung als zuchttauglich eingestuften Sauen besamt werden.

Festlegung der ökonomischen Gewichte

In den Zuchtverbänden besteht oftmals Unklarheit über eine für ihre Bedingungen optimale Festlegung der ökonomischen Gewichtung bei den einzelnen Zuchtzielmerkmalen der verschiedenen Rassen. In der Literatur sind dazu keine verlässlichen Aussagen zu finden. Daher werden als Entscheidungshilfe die Ergebnisse aus Berechnungen von Zuchtfortschritten für einzelne Rassen bei einer Variation des Grenznutzens herangezogen (MÜLLER *et al.*, 1996). Diese werden dann auf die Zielvorstellungen abgestimmt. Eine andere Methode ist die Ermittlung der Grenznutzen auf der Basis der Produktionsstufe und deren Anpassung an die Zuchtziele der Rassen durch den Zuchtverband. In den eigenen Untersuchungen wurden die Zuchtziele der verschiedenen Rassen entsprechend ihrer Stellung im Kreuzungssystem und ihrer populationsgenetischen Parameter bestimmt. Das wurde möglich, indem die in der Endstufe auf Produktionsniveau ermittelten Grenznutzen mit den durch Anwendung der Genflußmethode erzielten standardisierten und diskontierten Merkmalsrealisierungen (SDA-Werten) gewichtet wurden. Dadurch ist eine optimale Gewichtung der Merkmale einzeln und zueinander möglich. Es wurde festgestellt, daß unterschiedliche SDA-Werte dazu führen, daß das ökonomische Gewicht von Reproduktionsmerkmalen der Vaterrasse zu vernachlässigen ist, während es bei den Mast- und Schlachtleistungsmerkmalen höher ist als in den Mutterassen.

Die ökonomischen Gewichte sind linear abhängig vom Grenznutzen und verändern sich durch eine Variation der Populationsstruktur. Dies wird im Vergleich der in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse mit WÜNSCH *et al.* (1996) deutlich. Durch die Vergrößerung des Bestandes an DE-Sauen und einer Senkung des Grenznutzens für TZ und MFA veränderten sich die mittleren ökonomischen Gewichte der Rassen und damit die Gewichtung der Zuchtzielmerkmale innerhalb einer Rasse. Besonders deutlich war ein Abfall beim Merkmal MFA zu registrieren. Das unterstreicht, daß es nicht möglich ist die Ergebnisse ohne Korrekturen auf andere ökonomische Bedingungen,

Populationsstrukturen und Kreuzungssysteme zu übertragen. Sie können lediglich als Anhaltspunkte dienen und es sind bei jeder Population die spezifischen Umstände in Betracht zu ziehen.

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, daß bei der Festlegung der ökonomischen Gewichte nicht nur zwischen der Vater- und den Mutterassen unterschieden werden sollte wie bisher üblich (THOLEN, 1993; NIEBEL & RITTLER, 1994; BERGFELD *et al.*, 1994; GÖTZ *et al.*, 1995; MÜLLER *et al.*, 1996), sondern auch innerhalb der Mutterassen entsprechend der Stellung im Anpaarungsschema. Dabei ist wiederum in Betracht zu ziehen, inwieweit reziproke Kreuzung angewendet wird. Wird die F₁-Generation zu gleichen Teilen von Ebern und Sauen der beiden mit ähnlichen populationsgenetischen Parametern versehenen Ausgangsrassen erstellt, so werden keine Unterschiede in den ökonomischen Gewichten auftreten. Wird aber davon abgewichen, ist eine Differenzierung zwischen den die F₁-Generation erstellenden Rassen zu treffen, vor allem, wenn außer den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes auch Reproduktionsmerkmale in das Zuchtziel aufgenommen werden.

Eine gute Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Zuchtverbänden innerhalb Deutschlands ist gegeben (GÖTZ *et al.*, 1995). Bietet ein Vergleich mit Ergebnissen anderer Veröffentlichungen aus dem europäischen Raum noch gute Anhaltspunkte (BRASCAMP & DE VRIES, 1992), so sind Vergleiche mit Ergebnissen anderer Kontinente (STEWART *et al.*, 1990; LONG *et al.*, 1992) von begrenzter Aussagekraft. Dies ist bedingt durch die teilweise völlig anderen Produktions-, und Vermarktungsbedingungen sowie die daraus resultierende Einbeziehung von zum Teil anderen Merkmalen in die Zuchtwertschätzung.

Leistungsprüfung

In Bezug auf die Verteilung von limitierten Prüfkapazitäten bei einer Dreirassenkreuzung gibt es keine Veröffentlichungen, die diese Fragestellung unter Einbeziehung der Wechselwirkungen zwischen der Prüfung von Tieren mit verschiedenen genetischen Herkünften untersuchen. Deshalb wurde dieses Problem in den eigenen Untersuchungen bevorzugt behandelt. Es wurde deshalb die Einbeziehung

der Nachkommen der DE_{KR} -Eber auf Station zu Abnahmen im Zuchtfortschritt und Züchtungsertrag führt, da sie nur begrenzt zum kumulativen Zuchtfortschritt beiträgt. Auch ist die Kosteneinsparung im Vergleich zur Abnahme des Züchtungsertrages gering, so daß der Zuchtfortschritt sinkt. Damit kann die Ansicht von BRANDT (1994) bestätigt werden, daß Kreuzungstiere nicht auf einer Station geprüft werden sollten, sondern diese der Prüfung von Reinzuchtieren vorbehalten bleiben muß. Jedoch ist die Abnahme im monetären Zuchtfortschritt und im Züchtungsgewinn in vergleichbaren Zuchtplänen mit 2.3 bis 3 % relativ gering. So ist nicht ausgeschlossen, daß in Zuchtverbänden und -unternehmen diese Prüfungsform vertreten werden kann aufgrund der in den letzten Jahren abgenommenen Größen von Reinzuchtpopulation, eventuell reichlich vorhandener Prüfkapazität und/oder bei Problemen in der Umsetzung und Absicherung des Feldtestes. Bei diesen, wie auch den folgenden Zuchtplänen wurde deutlich, daß vergleichbar mit den Ergebnissen von NIEBEL & FEWSON (1979b,c) und SCHMID (1984) die Züchtungskosten über die Zuchtpläne relativ konstant sind und einen geringen Einfluß auf die Rangierung der Zuchtpläne haben.

Als Ergebnis der eigenen Untersuchungen stehen eindeutig die Eigenleistungsprüfung sowie die Voll- und Halbgeschwisterprüfung der Eber auf Station in Kombination mit einer Eigenleistungsprüfung der Sauen im Feld an erster Stelle. Unter den Bedingungen einer gezielten Paarung (nachkommengeprüfter Eber x nachkommengeprüfte Sau, Zuchtplan E) zur Erzeugung von Zuchtebern beträgt die Überlegenheit über einem vergleichbaren Zuchtplan mit einer Eigenleistungsprüfung im Feld (optimierter Zuchtplan A) im monetären Zuchtfortschritt 1.58 DM (36 %) und im Züchtungsgewinn 8.19 DM (68 %). Wird bereits nach der Eigenleistungsprüfung mit der Erzeugung von Zuchtebern begonnen (Zuchtplan F), so ist eine abermalige Erhöhung des monetären Zuchtfortschrittes um .33 DM (5 %) und des Züchtungsgewinnes um 2.67 DM (13 %) möglich.

Ein wesentlicher Vorteil liegt dabei im kurzen Generationsintervall der eingesetzten Eber. Dadurch wird die Abnahme der Sicherheit der Zuchtwertschätzung wegen der alleinigen Selektion aufgrund von Eigen-, Vorfahren- und Geschwisterleistungen mehr als ausgeglichen. Außerdem entfällt die bis zum Vorliegen der

Nachkommenprüfergebnisse mit etwa 20 % anzusetzende Verlustrate der Eber. Diese Ergebnisse befinden sich in Übereinstimmung mit denen von THIELE (1983). TRAPPMANN (1978) sieht unter den Bedingungen eines Zuchtverbandes den größten Zuchtfortschritt in einer Eigenleistungsprüfung im Feld und einer Vollgeschwisterprüfung in der Station, wenn ein hoher Eberbedarf vorliegt. Bei geringerem Eberbedarf favorisiert auch er eine Eigenleistungsprüfung auf Station.

Die Aufteilung der Stationskapazität auf die verschiedenen genetischen Herkünfte ist nur unter Beachtung des Kreuzungssystemes, der Populationsgrößen und den damit verbundenen möglichen Selektionsintensitäten sowie den erfaßten Merkmalen zu vergleichen. Verschiebungen bei der Verteilung der Prüfplätze unter Konstanthaltung dieser Einflußfaktoren treten durch Nutzungsänderungen auf, so bei der Prüfung von F₁-Tieren auf Station, durch die Verlagerung der Eigenleistungsprüfung der Eber auf die Station sowie durch den 6-monatigen Einsatz der Testeber als Eberväter. Eine Veränderung der Stationsaufteilung bei sich verändernder Kapazität der Prüfanstalt wurde nicht untersucht.

Bei der Analyse des Umfangs der Nachkommenprüfung der Eber für die Kreuzungsanpaarungen waren nur geringe Schwankungen bei der Anzahl der Eber, der Prüfgruppen je Eber und der Tiere je Prüfgruppe festzustellen. Aus den eigenen Ergebnissen werden unter den gegebenen Bedingungen für die DE_{KR}-Prüfung 25 bis 30 Testeber mit 30 bis 35 Prüftieren und für die Pi_{KR}-Prüfung etwa 90 Testeber mit 25 bis 30 Probanden empfohlen. Eine größere Nachkommenzahl erhöht die Kosten der Leistungsprüfung für den einzelnen Eber und führt für das Kreuzungssystem zu einer Abnahme des Züchtungsgewinnes. Aus den Ergebnissen von BRANDT & GÖTZ (1993) wird aber deutlich, daß für Endprodukteber erst eine Anzahl von ca. 10 Würfen (ca. 60 bis 80 Endproduktnachkommen) eine für die Zuchtwertschätzung genügende Genauigkeit erwarten läßt. Diese Anzahl ist zu erreichen, wenn die Kosten für die Feldprüfung weiter gesenkt werden können. Auch ist diese Problematik nicht zuletzt unter der Gegenüberstellung von Kosten in der Feld- und Stationsprüfung pro Eber zu beurteilen (BRANDT, 1995).

Beitrag der Rassen und Merkmale zum Züchtungsertrag

In allen Varianten wird für Pi der höchste Anteil am Züchtungsertrag ermittelt, begründet durch die kürzere Distanz zum Endprodukt und dem dadurch schnelleren Transfer der genetischen Überlegenheit. Aufmerksamkeit verdient ebenfalls die Betrachtung des über die Rassen aufsummierten Züchtungsertrages für die einzelnen Merkmale im Zuchtziel. Während in einem Zuchtplan mit einer Eigenleistungsprüfung im Feld der MFA mit 37 % am Züchtungsertrag beteiligt ist, reduziert er sich bei einer Eigenleistungsprüfung auf Station auf 28 % und bei 6-monatiger Einsatzzeit der Jungeber auf 25 % am gesamten Züchtungsertrag, obwohl der absolute Betrag dieses Merkmales relativ konstant bleibt. Entsprechend gegenläufig entwickeln sich die Anteile der TZ und des FuA mit 28 bzw. 25 %, 34 bzw. 32 % und schließlich 35 bzw. 32 %. Auch der Anteil des Reproduktionsmerkmals sinkt bei Beibehaltung des absoluten Niveaus. Das Merkmal pH_1 erhält durch seine negativen Korrelationen zu TZ und MFA einen negativen Wert. Insgesamt betrachtet besitzt dieses Merkmal keinen nennenswerten Einfluß auf den Züchtungsertrag. Sein ökonomisches Gewicht ist äußerst gering.

Die Ursache für die Verschiebung der Beiträge der einzelnen Merkmale zum Züchtungsertrag ist die veränderte Erfassung der Leistungsmerkmale durch die Verlagerung der Eigenleistungsprüfung. Während im Feld nur die Indexmerkmale LTZ und SSD erfaßt werden, führt die Erfassung der im Zuchtziel befindlichen und höher erblichen Merkmale TZ und FuA als Eigenleistung auf der Station zu einer beträchtlichen Steigerung des Züchtungsertrages. Ein negativer Effekt für das Ergebnis des MFA entsteht durch den Wegfall der Merkmale des Schlachtkörperwertes der für die Zucht ausgewählten Eber. Eine nochmalige Reduzierung des MFA-Anteiles durch den Einsatz der Jungeber als Ebeväter nach der ersten Selektionsstufe tritt durch den Wegfall der hohen Anzahl an Informationen von Nachkommen in der Feldprüfung bei DE und vor allem Pi auf, wovon speziell der Zuchtfortschritt beim Merkmal MFA betroffen ist. Dies kann durch das verkürzte Generationsintervall nicht kompensiert werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die Basis des Zuchtprogrammes des Sächsischen Schweinezuchtverbandes e.V. bildet eine Dreiwegekreuzung mit Deutscher Landrasse (DL), Deutschem Edelschwein (DE) und Pietrain (Pi). Der Zuchtverband ist an einer optimalen Entscheidungsgrundlage für Anpaarung, Selektion und Management im Reinzucht- und Kreuzungsprozeß interessiert. Durch geringe Veränderungen im Computerprogramm ZPLAN (KARRAS *et al.*, 1993) kann eine Antwort auf Teile dieser Problemstellung gegeben werden. Auf der Basis der Genflußmethode, der Definition von Selektionsgruppen mit unterschiedlichen Selektionsindizes und unter der Beachtung fixer und variabler Züchtungskosten wurde die Möglichkeit geschaffen, unterschiedliche Zuchtstrategien zu analysieren und vergleichen zu können. Die Hauptkriterien für die Beurteilung der vorgestellten Varianten sind der monetäre Zuchtfortschritt sowie der Züchtungsgewinn per Sau für eine definierte Investitionsperiode. Bis jetzt wurde das Computerprogramm noch nicht für Modellkalkulationen zu einem Kreuzungszuchtprogramm genutzt. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Die optimale Anzahl an DL-Sauen zur Anpaarung in Reinzucht erwies sich als unterschiedlich in Abhängigkeit davon, ob von einem gleichbleibenden Eber-Sauen-Verhältnis oder von einer konstanten Anzahl von Ebern ausgegangen wurde. Unter Berücksichtigung von monetärem Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn sprechen die Ergebnisse für einen Umfang von 800 Reinzuchtanpaarungen bei einem Bestand von 4000 DL- und 46000 F₁-Sauen.
- In der Reinzuchtstufe wurde bei Anwendung einer gezielten Paarung zur Erzeugung von Zuchtebern eine optimale Nutzungsdauer in Abhängigkeit von der Rasse zwischen 10 und 14 Monaten für Eber und 12 Monaten für Sauen berechnet. DE-Eber zur Anpaarung an DL-Sauen (DE_{KR}-Eber) sollten etwa 2.2 Jahre eingesetzt werden. Der Einsatz der Pi-Eber zur Erzeugung der Endprodukte (Pi_{KR}-Eber) kann sogar 2.7 Jahre betragen. Die DL-Sauen zur Erzeugung der F₁-Generation sollen im Mittel nicht länger als 1.5 Jahre genutzt werden, wogegen die Kreuzungssauen über 2 Jahre einzusetzen sind.

- Es wird die Gewichtung der Zuchtzielmerkmale der verschiedenen Rassen entsprechend ihrer Stellung im Kreuzungssystem und ihrer populationsgenetischen Parameter bestimmt. Hierfür werden die in der Endstufe auf Produktionsniveau ermittelten Grenznutzen mit den durch Anwendung der Genflußmethode erzielten standardisierten und diskontierten Merkmalsrealisierungen (SDA-Werten) gewichtet. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine gezielte Festlegung der ökonomischen Gewichte der Merkmale.
- Unterschiedliche SDA-Werte führen dazu, daß die Vaterrasse einen sehr geringen Wert für das Reproduktionsmerkmal erhält. Deutlich werden die höheren ökonomischen Gewichte des Pi für die Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes gegenüber den Mutterrassen. Dies steht im Gegensatz zu der oftmals angewandten Gleichbehandlung der Rassen in Zuchtprogrammen auf der Basis einer Dreiwegekreuzung. Die wesentlichste Ursache ist die Nähe zum Endprodukt. Der in der Reinzucht erzielte Zuchtfortschritt der Vaterrasse kann bereits in der nächsten Generation in den Endprodukten realisiert werden.
- Die Prüfvariante der Eigenleistungs- sowie Voll- und Halbgeschwisterprüfung der Eber auf Station in Kombination mit einer Eigenleistungsprüfung der Sauen im Feld erwies sich als am günstigsten. Unter den Bedingungen einer gezielten Paarung (nachkommengeprüfter Eber x nachkommengeprüfte Sau) zur Erzeugung von Zuchtebern beträgt die Überlegenheit dieses Zuchtplanes gegenüber einem Zuchtplan mit einer Eigenleistungsprüfung im Feld 1.58 DM (36 %) im monetären Zuchtfortschritt und 8.19 DM (68 %) im Züchtungsgewinn.
- Wird bereits nach der Eigenleistungsprüfung mit der Erzeugung von Zuchtebern begonnen, ist eine abermalige Erhöhung des monetären Zuchtfortschrittes um .33 DM (5 %) und des Züchtungsgewinnes um 2.67 DM (13 %) möglich. Dies ist das Ergebnis eines verkürzten Generationsintervalls der eingesetzten Eber. Bei den Rassen DE und Pi ist die Überlegenheit dieses Zuchtplanes jedoch stark reduziert. Das ist verursacht durch die zum Zeitpunkt der Eigenleistungsprüfung noch nicht vorliegenden Ergebnisse aus der Nachkommenprüfung der Kreuzungsanpaarungen im Feld.
- Verschiebungen bei der Verteilung der Prüfplätze in der Teststation treten durch

Nutzungsänderungen auf, so bei der Prüfung von F_1 -Tieren auf Station, durch die Verlagerung der Eigenleistungsprüfung der Eber auf die Station sowie durch den 6-monatigen Einsatz der Testeber als Eberväter.

- Die Prüfung von Nachkommen der DE_{KR} -Eber auf Station bewirkt Abnahmen im Zuchtfortschritt sowie im Züchtungsertrag, da diese Leistungen lediglich über die Korrelationen zu einer begrenzten Anzahl in Reinzucht nachkommengeprüfter Eber zum Zuchtfortschritt beitragen. Jedoch ist die Abnahme mit 2.3 bis 3 % relativ gering, so daß diese Form der Prüfung unter bestimmten Umständen akzeptabel erscheint.
- Bei der Nachkommenprüfung der Eber für die Kreuzungsanpaarungen im Feld waren in den verschiedenen Zuchtplänen nur geringe Schwankungen bei der Anzahl der Eber, der Prüfgruppen je Eber und der Tiere je Prüfgruppe festzustellen. Es werden unter den gegebenen Bedingungen für die DE_{KR} -Prüfung 25 bis 30 Testeber mit 30 bis 35 Prüftieren und für die Pi_{KR} -Prüfung etwa 90 Testeber mit 25 bis 30 Probanden empfohlen.
- Aufgrund des hohen Genanteiles im Endprodukt sowie dem schnelleren Transfer des Zuchtfortschrittes aus der Reinzucht zum Endprodukt wird für Pi in allen Zuchtplänen der höchste Anteil am Züchtungsertrag (47 bis 54 %) ermittelt.
- Die veränderte Erfassung von Merkmalen der Eigenleistung für die Jungeber durch die Verlagerung der Prüfung vom Feld in die Station bewirkt eine prozentuale Abnahme des MFA am gesamten Züchtungsertrag. Die Erfassung der im Zuchtziel befindlichen und höher erblichen Merkmale TZ und FuA als Eigenleistung führt dagegen zu einer beträchtlichen Steigerung des Züchtungsertrages für diese Merkmale.
- Eine weitere Reduzierung des MFA-Wertes im Züchtungsertrag durch den Einsatz der Jungeber als Eberväter nach der ersten Selektionsstufe tritt durch den Wegfall der hohen Anzahl an Informationen von Nachkommen in der Feldprüfung bei DE und vor allem Pi auf. Dies kann durch das verkürzte Generationsintervall nicht kompensiert werden.

7 SUMMARY

The basis of the breeding program of the Saxonian Pig Breeding Association is a three way cross with German Landrace (GL), Large White (LW) and Pietrain (Pi). The breeding association is interested on investigations for an optimum allocation of selection, mating and management decisions for crossbreds and purebreds. Through minor changes in the computer program ZPLAN (KARRAS *et al.*, 1993) it is possible to give an answer to a part of the problems. On the basis of the gene flow method, the definition of selection groups with different indices and under inclusion of fix and variable breeding costs it is possible to analyse and to compare different breeding strategies. The main criteria's for the evaluation of the introduced schemes are the monetary genetic gain and the profit per sow in the investment period. The computer program has not yet been used for calculations within a cross breeding scheme. The results can be summarised as follows:

- The optimum number of GL sows for purebred matings is different in dependence whether the boar sow ratio or the number of boars was assumed to be constant. Under consideration of both monetary genetic gain and profit the results favourite an extent of 800 sows for purebred mating under the assumption of 4000 GL and 46000 F₁ sows.
- Under use of planned matings for the production of breeding boars a productive lifetime of breeding boars was calculated between 10 and 14 months in dependence of the line and 12 months for sows. LW boars to mate GL sows (LW_{CR}) should be used 2.2 years. Pi boars to serve F₁ sows (Pi_{CR}) can be used up to 2.7 years. GL sows to produce the F₁ generation should not be used more than 1.5 years, whereas F₁ sows should be used more than 2 years.
- The weighting of traits in the breeding objective of the different lines is determined by their position in the cross breeding system and their parameter. The economic values derived on commercial level are weighted with the standardised and discounted expressions (SDE-values). They were received by using the gene flow method. This procedure enabled a determination of the economic weights of the traits.

- Distinctive SDE-values lead to a very small weight of the reproduction trait in the sire line. For fattening and carcass traits results received show significant higher absolute economic weights than the dam lines. This is in contrast to the equal weighting often applied in practical breeding programs. The most substantial reason is the distance to the terminal product. The genetic gain generated in the purebred of the sire line can be realised already in the next generation in the terminal product.
- The most favourable testing scheme is a self performance of boars as well as full and half sib test at station in combination with a performance test of sows in the field. Under the assumption of planned matings for the production of breeding boars the superiority of this breeding scheme in comparison to a breeding scheme with a self performance test in the field is 1.58 DM (36 %) in the monetary genetic gain and 8.19 DM (68 %) in the profit.
- A further increase of .33 DM (5 %) in the monetary genetic gain and 2.67 DM (13%) in the profit is possible, if the boars to produce boars are already selected after the self performance test. This is due to a shorter generation interval of the used boars. The superiority of this method is significantly reduced in the lines DE and Pi. This is caused through not available informations from the progeny test in the field at the time of selection.
- Changes in the distribution of the testing capacity at the station occur through changes in the breeding scheme, for instance the additional testing of F_1 animals at the station, the shift of the self performance test of boars into the station and the restriction of the service to six months for breeding boars after the self performance test.
- The progeny test of LW_{CR} boars at the station caused a decrease in genetic gain and return, because these performances contribute to genetic gain and return only through the correlation to the purebred traits of a limited number of boars tested in purebred to the cumulative genetic gain. However, the decrease of 2.3 to 3 % is relatively small, so that this design of testing seems to be acceptable under certain circumstances.

- For the extent of the progeny test of boars used for crossbred matings in the field only minor variations between the different schemes were found in the number of boars tested, number of tested groups per boar as well as number of animals per group. Under the assumed conditions were recommended 25 to 30 testing boars with 30 to 35 tested animals for LW_{CR} and approximately 90 testing boars with 25 to 30 probands for Pi_{CR} .
- In all breeding schemes results show the highest proportion in the return for Pi with 47 to 54 %. The reason is the shorter distance to the terminal product and through that the faster transfer of the genetic superiority.
- Changes in recording of self performance traits for young boars through the shift of the test from the field into the station caused decrease in the percentage of lean meat content in the total return. The recording of the daily gain and feed efficiency, which are traits in the breeding objective, leads to a considerable increase of the return in this traits.
- A further reduction of lean meat content in the return occurs after using boars as breeding boars straight after the self performance test through the omission of the high number of progeny informations in the field test of LW and Pi boars. That can not be compensated through the shorter generation interval.

8. Literaturverzeichnis

- BEJERHOLM, C. & BARTON-GADE, P. (1986):
Effect of intramuscular fat level on eating quality traits in pigs. 32th Europ. Congress of Meat Research Workers, Ghent
- BELONSKY, G.M. & KENNEDY, B.W. (1988):
Selection on individual phenotype and best linear unbiased predictor of breeding value in a closed swine herd. Journal of Animal Science 66, 1124-1131
- BENNETT, G.L. & LEYMASTER, K.A. (1990):
Genetic implications of a simulation model of litter size in swine based on ovulation rate, potential embryonic viability and uterine capacity: II. Simulated selection. Journal of Animal Science 68, 980-986
- BERGFELD, U., MÜLLER, U., HALLFARTH, G. & ECKERT, S. (1994):
Modellvarianten zur Zuchtwertschätzung beim Schwein. 2. Symposium des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung, Halle/Saale
- BERGFELD, U. & MÜLLER, U. (1995):
Modellvarianten zur Zuchtwertschätzung beim Schwein. 70. Sitzung des gen.-stat. Ausschusses der DGfZ, Clausberg, Polykopie
- BIDANEL, J.P., DUCOS, A. & GUEBLEZ, R. (1995):
Genetic x environment interactions in French pig breeding programs. 46th Meeting of EAAP, Prag
- BRANDT, H. & GÖTZ, K.-U. (1993):
Progeny test for AI-sires based on field results regarding growth and carcass traits using electronic identification systems in pigs. Proc. EC Symposium "Application of Mixed Linear Models in the Prediction of Genetic merit in pigs", Mariensee
- BRANDT, H. (1994):
Die Beziehungen zwischen Produktionsmerkmalen von Reinzucht- und Kreuzungsschweinen und Konsequenzen für die Optimierung der Selektion. Habilitationsschrift Göttingen
- BRANDT, H. & WÖRNER, R. (1994):
New field testing systems for AI-boars. 5th World Congress Gen. Appl. to Livest. Prod., Guelph
- BRANDT, H. (1995):
Besamungseber im "Feld" oder auf "Station" prüfen? Schweinezucht und Schweinemast 3, 18-21

- BRANDT, H. (1996):
Möglichkeiten der Zucht auf höheren intramuskulären Fettgehalt unter deutschen Marktverhältnissen. IMF-Kolloquium der Thür. Landesanstalt für Landwirtschaft, Wilhelmsthal
- BRASCAMP, E.W. & DE VRIES, A.G. (1992):
Defining breeding goals for pig improvement. *Pig News and Information* 13(1), 21-26
- BRISBANE, J.R. & GIBSON, J.P. (1995a):
Accuracy of evaluation and correlation of estimated breeding values among relatives, with evaluation based on information from relatives or from identified loci. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 112, 17-32
- BRISBANE, J.R. & GIBSON, J.P. (1995b):
Including genetic relationships in selection decisions: alternative methodologies. *Theor. Appl. Genet.* 91, 769-775
- BÖCKENHOFF, E., ZEDDIES, J., BISCHOFF, B.T., FENDER, M., FEWSON, D. & NIEBEL, E. (1977):
Die Wirtschaftlichkeitskoeffizienten der Leistungsmerkmale beim Schwein und deren Bedeutung für die Zuchtarbeit. *Züchtungskunde* 49, 167-184
- DAENICKE, E. (1975):
Modelluntersuchungen zur Optimierung der Zuchtplanung für Dreilinienkreuzungen beim Schwein, Dissertation Stuttgart-Hohenheim
- DANELL, E. (1980):
Studies concerning Selection Objectives in Animal Breeding. Swedish University of Agricultural Sciences, Rapport 42
- DE ROO, G. (1988a):
Studies on Breeding Schemes in a Closed Pig Population. I. Population Size and Selection Intensities. *Livestock Production Science* 19, 417-442
- DE ROO, G. (1988b):
Studies on Breeding Schemes in a Closed Pig Population. II. Mating Policy. *Livestock Production Science* 19, 443-458
- DE VRIES, A.G., HOVENIER, R., BRASCAMP, E.W. & MERKS, J.W.M. (1993):
Selection for pork quality in the Netherlands. 44th Meeting of EAAP, Aarhus
- DE VRIES, A.G. & KANIS, E. (1994):
Swine breeding goals, short- and long-term considerations. 5th World Congress Gen. Appl. to Livest. Prod., Guelph

DICKERSON, G.E. (1974):

Evaluation and utilisation of breed differences. Proc. Work. Symp. on Breed Evaluation and Crossing Experiments with Farm Animals, Zeist

DRZEWIECKI, H.C. (1980):

Modellrechnungen zur Optimierung des Hybridschweinezuchtprogrammes bei Anwendung des kombinierten Kreuzungsverfahrens. Dissertation Berlin

ELSEN, J.M. & MOCQUOT, J.C. (1974):

Methode de prevision de l'evolution du niveau genetique d'une population soumise a une operation de selection et dont les generations se chevauchent. INRA Bull. tech. Dept. Genet. Anim 17, 30-54

ENGLISCH, H.G. & FECHNER, J. (1983):

Wirksamkeit verschiedener Einflußfaktoren auf den prognostizierbaren Zuchtfortschritt in einer Linienzuchtanlage mit 1275 Sauen. Archiv für Tierzucht 26, 303-319

FALKENBERG, H., RITTER, E., HAMMER, H., STIENHANS, H. & BRETSCHNEIDER, A. (1988):

Einbeziehung von Wurfgrößen- und Wurfmassemerkmalen bei Geburt in die Leistungsbewertung von Ebervätern. Archiv für Tierzucht 31, 151-161

FELDE, A.v., BERGER, B., RÖHE, R., LOOFT, H. & KRAPOTH, J. (1994):

Zentraler Ebertest: Schneller, genauer, praxisgerechter. Schweinezucht und Schweinemast 3, 22-25

FELDE, A.v., RÖHE, R. & KALM, E. (1996):

Genetische Analyse von Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes stationsgeprüfter Jungeber in Einzel- und Gruppenhaltung mittels Gibbs-Sampling. Züchtungskunde 68, 305-318

FEWSON, D. (1967):

Rentable Veredlungswirtschaft - tierzüchterische Möglichkeiten. Züchtungskunde 39, 408-431

FEWSON, D. (1980):

Zuchtplanung. Tierzüchtungslehre. Ulmer Verlag. 3. Auflage

FEWSON, D. (1984):

Zuchtprogramme unter veränderten Marktbedingungen. Züchtungskunde 56, 401-413

- FISCHER, R., SPILKE, J. & LENGERKEN, G.v. (1997):
Einbeziehung von Fruchtbarkeitsparametern in die Zuchtwertschätzung beim Schwein, Datenfluß und Parameterschätzung. Gemeinschaftstagung der DGfZ/GfT, Bonn
- FISCHER, R. (1998):
Schätzung genetischer Parameter für Reinzucht- und Kreuzungsleistungen beim Schwein. Dissertation Halle/Saale
- FRITZSCHE, J. (1995):
Entwicklungstendenzen der Leistungsprüfung beim Schwein. Neue Landwirtschaft 2, 52-55
- GASARABWE, E. (1997):
Der Einfluß der Populationsgröße auf den Langzeitsektionserfolg - Experimentelle Untersuchungen mit dem Modelltier *Tribolium castaneum*. Dissertation Halle/Saale
- GJERDEM, T. (1972):
A study on the definition of the aggregate genotype in a selection index. Acta. Agr. Scand. 22, 11-16
- GLODEK, P. (1974):
Specific problems of breed evaluation and crossing in pigs. Proc. Work. Symp. on Breed Evaluation and Crossing Experiments with Farm Animals, Zeist
- GLODEK, P. (1997):
Sicherheit in der Produktion und Ausgeglichenheit am Markt - Hauptziele der deutschen Schweinezucht 2000. Archiv für Tierzucht 40, 41-47
- GRANDJOT, G., BRANDT, H. & GLODEK, P. (1996):
Genetische Untersuchungen zu Eigenleistungs- und Spermaqualitätskriterien von Besamungsebern, ihre Beziehungen untereinander und ihr Einfluß auf die Befruchtungsrate und die Wurfgröße. Gemeinschaftstagung der DGfZ/GfT, Hannover
- GREGOR, G. (1979):
Modellrechnungen zur Optimierung des Dreiwegekreuzungsverfahrens im Hybridschweinezuchtprogramm. Dissertation Berlin
- GREGOR, G., DRZEWIECKI, H.C. & BRETSCHEIDER, A. (1983):
Optimierung von Zuchtverfahren in der Schweinezucht. Archiv für Tierzucht 26, 217-224

- GREIMEL, M., SÖLKNER, J., WILLAM, A. & ESSL, A. (1993):
Theoretische Ansätze zur Herleitung wirtschaftlicher Gewichte: Charakterisierung einzelner Methoden. 68. Sitzung des gen.-stat. Ausschusses der DGfZ, Almesbach, Polykopia
- GUNSETT, F.C. (1984):
Linear index selection traits defined as ratios. *Journal of Animal Science* 59, 1185-1193
- GÖTZ, K.-U. & GLODEK, P. (1993):
Planung von Versuchen zur Schätzung von Kreuzungsparametern in der Schweinezucht. 10. Leipziger Tierzuchtsymposium. Genetische Grundlagen und ihre Umsetzung in der Tierzucht, Leipzig
- GÖTZ, K.-U. & PESCHKE, W. (1993):
Zuchtwertschätzung von Pietrain-Ebern anhand von Reinzucht- und Kreuzungsinformationen. Gemeinschaftstagung der DGfZ/GfT, Göttingen, Polykopia
- GÖTZ, K.-U. & PESCHKE, W. (1995):
Erfahrungen und Probleme mit der Tiermodellzuchtwertschätzung beim Schwein. 70. Sitzung des gen.-stat. Ausschusses der DGfZ, Clausberg, Polykopia
- GÖTZ, K.-U. (1996):
Erfolgsmöglichkeiten einer markergestützten Selektion beim Schwein. 4. Schweine-Workshop, Uelzen
- HALEY, C.S. (1991):
Considerations in the development of future pig breeding programs - Review. *Asian Australasian Journal of Animal Science* 4, 305-328
- HARTMANN, W. & FEWSON, D. (1967):
Zuchtplanung beim Schwein. Modellrechnungen über verschiedene Selektionsmethoden in der Schweinezucht. *Züchtungskunde* 39, 1-12
- HARTMANN, W. (1992):
Evaluation of the potentials of new scientific developments for commercial poultry breeding. *World's Poultry Science Journal* 48, 17-27
- HAZEL, L.N. (1943):
The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28, 476-490
- HECKENBERGER, G. (1991):
Planungsrechnungen über den Einfluß von Grenznutzenwerten der Leistungsmerkmale, Parametern der Populationsstruktur und von Züchtungssystemen auf den Züchtungserfolg beim Zweinutzungsrind. Dissertation Stuttgart-Hohenheim

HENNE, H. (1996):

Nutzung von Sauenplanerdaten in der Leistungsprüfung unter besonderer Berücksichtigung von Herkunftsvergleichen. Dissertation Göttingen

HENZELL, A. (1995):

PIGBLUP Version 3.0: New capabilities and future directions. Proc. Aust. Assoc. Anim. Breed. Genet. 11, 570-572

HERMESCH, S., LUXFORD, B.G. & GRASER, H.-U. (1995):

Genetic relationship between litter size and meat quality traits in Australian pigs. 46th Meeting of EAAP, Prag

HERMESCH, S. (1996):

Genetic parameters for lean meat yield, meat quality, reproduction and feed efficiency traits for Australian pigs. PhD-Thesis, Armidale

HILBIG, R., SIEGL, O., STEINBERG, M. & WÄHNER, M. (1995):

Erprobung von Transpondern bei Schweinen - Möglichkeiten für ein System der vertikalen Produktions- und Qualitätskontrolle. Gemeinschaftstagung der DGfZ/GfT, Hannover

HILL, W.G. (1974):

Prediction and evaluation of response to selection with overlapping generations. Animal Production 18, 117-139

HOFER, A. & SCHWÖRER, D. (1995):

Genetic parameters of production and meat quality traits in station tested Swiss Large White pigs. 46th Meeting of EAAP, Prag

HOFER, A. & SCHWÖRER, D. (1996):

Wie wird der intramuskuläre Fettgehalt honoriert und züchterisch verbessert? 4. Schweine-Workshop, Uelzen

HONIKEL, K.O. (1998):

Physikalische Meßmethoden zur Erfassung der Fleischqualität. In Qualität von Fleisch und Wurstwaren. W. Brandscheid, K.O. Honikel, G.v. Lengerken, K. Tröger (Hrsg.). Dt. Fachverlag. Frankfurt am Main

HOVENIER, R., KANIS, E., BRASCAMP, E.W. & KNAP, P.W. (1994):

Including meat quality in pig breeding programs. 5th World Congress Gen. Appl. to Livest. Prod., Guelph

JAHRESBERICHT des SSV 1996 (1997):

Jahresbericht des Sächsischen Schweinezuchtverbandes e.V. und der Zuchtschweineerzeugergemeinschaft Sachsen w.V., Chemnitz

JAKUBEC, V. & FEWSON, D. (1970):

Ökonomische und genetische Grundlagen für die Planung von Gebrauchskreuzungen beim Schwein. II. Modelluntersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener Formen von Gebrauchskreuzungen beim Schwein. *Züchtungskunde* 42, 294-309

JOHANNSON, K. (1981):

Some notes concerning the genetic possibilities of improving sow fertility. *Livestock Production Science* 8, 431-447

KALLWEIT, E. & PIRCHNER, F. (1989):

Stellungnahme zur Eignung der Leitfähigkeitsmessung zur Beurteilung der Fleischbeschaffenheit beim Schwein im Rahmen der Fleischleistungsprüfung. *Züchtungskunde* 61, 3-5

KALLWEIT, E., BAULEIN, U. & HOPPENBROCK, K.H. (1993):

Intramuscular fat in some german pig breeds and crosses. 44th Meeting of EAAP, Aarhus

KALLWEIT, E. & BAULEIN, U. (1995):

Intramuskulärer Fettgehalt im Schweinefleisch. *Schweinezucht und Schweinemast* 1, 40-42

KALM, E. (1978):

Planung und Bewertung eines kooperativen landwirtschaftlichen Zuchtunternehmens für Hybridschweine. *Habilitationschrift Göttingen*

KARRAS, K., NIEBEL, E., NITTER, G. & BARTENSCHLAGER, H. (1993):

ZPLAN - a PC computer program to optimize livestock selection programs. Universität Stuttgart-Hohenheim

KENNEDY, B.W., RICHARDSON, B. & RIVIS, E. (1994):

Estimates of genetic change in a landrace and large white nucleus breeding herd. 5th World Congress Gen. Appl. to Livest. Prod., Guelph

KNAP, P.W. (1988):

Möglichkeiten einer sinnvollen Eberprüfung. 2. Schweine-Workshop, Kiel

KNAPP, P., WILLAM, A. & SÖLKNER, J. (1996):

Genetic parameter for lean meat content and meat quality traits in different types of pig breeds. 47th Meeting of EAAP, Lillehammer

KRAPROTH, H.J. & LOOFT, H. (1996):

Pro und Kontra der Nachkommenprüfung von Endstufenebern (TOP-Genetik). 4. Schweine-Workshop, Uelzen

- KRIETER, J. (1986):
Entwicklung von Selektionsmethoden für das Wachstum- und Futteraufnahmevermögen beim Schwein. Dissertation, Kiel
- KRIETER, J. (1994):
Zuchtplanung beim Schwein, Habilitationsschrift, Kiel
- LENGERKEN, G.v., WICKE, M. & ROSNER, F. (1995):
Anforderungen an die Schweinezucht zur Realisierung der Marktanforderungen. Schriftenreihe Heft 3. Nutzung der Standortvorteile für die Schweineproduktion, 54-68
- LENGERKEN, G.v. & WICKE, M. (1997):
Entwicklungstendenzen in der Schweinefleischerzeugung. Proc. 4. Symp. Tierhaltung, Tierhygiene und Tiergesundheit in großen Schweinebeständen, Halle/Saale, 3-16
- LENGERKEN, G.v., WICKE, M. & MAAK, S. (1997):
Stressempfindlichkeit und Fleischqualität - Stand und Perspektiven in Praxis und Forschung. Archiv für Tierzucht 40, 163-171
- LENGERKEN, G.v., WICKE, M. & FISCHER, K. (1998):
Schlachttierwert des Schweines. In Qualität von Fleisch und Wurstwaren. W. Brandscheid, K.O. Honikel, G.v. Lengerken, K. Tröger (Hrsg.). Dt. Fachverlag. Frankfurt am Main
- LONG, T., BRANDT, H., TIER, B & FUCHS, W. (1992):
Introducing the second generation of PIGBLUP. Proc. Aust. Assoc. Anim. Breed. Genet. 10, 573-576
- MC CLINTOCK, A.E. & CUNNINGHAM, E.P. (1974):
Selection in dual purpose cattle populations: Defining the breeding objective. Animal Production 18, 237-247
- MC KAY, R.M. & RAHNEFELD, G.W. (1984):
Predictions of the effectiveness of intrapopulation selection versus selection for specific combining ability in swine. Can. J. Anim. Sci. 64, 799-806
- MC LAREN, D.G., BUCHANAN, D.S. & HINTZ, R.L. (1985):
Sire ranking based upon purebred versus crossbred progeny performance in swine. Journal of Animal Science 60, 902-912
- MEIER, H. (1990):
Beziehungen zwischen der Reinzucht- und verschiedenen Kreuzungsleistungen von Pietrain- und Large-White-Ebern bei Nachkommenprüfung auf Station. Dissertation Göttingen

- MERKS, J.W.M. & VAN OIJEN, M.A.A.J. (1994):
Implications of genotype x environment interactions for the design of national pig breeding programmes. 5th World Congress Gen. Appl. to Livest. Prod., Guelph
- MIELENZ, N. & MÜLLER, J. (1989):
Schätzung genetischer Korrelationskoeffizienten zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen bei Legehennen. Archiv für Tierzucht 32, 79-91
- MIELENZ, N. & WAGENKNECHT, M. (1992):
Korrektur von geschätzten Varianz-Kovarianz-Matrizen durch Optimierung im Raum der positiv definiten Matrizen. Archiv für Tierzucht 35, 611-618
- MOAV, R. (1966):
Specialised sire and dam lines. I. Economic evaluation of crossbreeds. Animal Production 8, 193-202
- MOAV, R. (1973):
Economic evaluation of genetic differences. In Agricultural Genetics, Selected Topics. R. Moav (ED.). John Wiley and sons. New York, 319-352
- MOHR, R., KRIETER, J. & KALM, E. (1993):
Wirtschaftlichkeitskoeffizienten in der Schweineproduktion. Züchtungskunde 65, 267-283
- MÜLLER, J. & MIELENZ, N. (1986):
Zweistufenselektion von Hähnen in der Hybridzucht. Archiv für Tierzucht 29, 31-41
- MÜLLER, S., GERNAND, E. & BÖTTCHER, H. (1994):
Stand der Einführung der BLUP-Zuchtwertschätzung in Thüringen. 4. Schweine-Workshop, Grub
- MÜLLER, S., GERNAND, E. & DEMME, H. (1996):
Stand der Einbeziehung des IMF-Gehaltes in die Zuchtwertschätzung beim Schwein in Thüringen. IMF-Kolloquium der Thür. Landesanstalt für Landwirtschaft, Wilhelmsthal
- MÜLLER, U. & BERGFELD, U. (1997):
Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Feld- und Stationsprüfung beim Schwein. 73. Sitzung des gen.-stat. Ausschusses der DGfZ, Haus Düsse, Polykopie
- NIEBEL, E. (1974):
Methodik der Zuchtplanung für die Reinzucht beim Rind bei Optimierung nach Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn. Dissertation Stuttgart-Hohenheim

- NIEBEL, E. & FEWSON, D. (1978):
 Untersuchungen zur Zuchtplanung für die Reinzucht beim Zweinutzungsrind. 2. Zuchtwahl in zwei Selektionsstufen. *Züchtungskunde* 50, 245-263
- NIEBEL, E. & FEWSON, D. (1979a):
 Untersuchungen zur Optimierung der Zuchtplanung für die Reinzucht beim Schwein. 1. Planungsansatz und Optimierungskriterien. *Züchtungskunde* 51, 1-13
- NIEBEL, E. & FEWSON, D. (1979b):
 Untersuchungen zur Optimierung der Zuchtplanung für die Reinzucht beim Schwein. 2. Vergleich der Prüfungsmethoden für Eber und Sauen. *Züchtungskunde* 51, 13-32
- NIEBEL, E. & FEWSON, D. (1979c):
 Untersuchungen zur Optimierung der Zuchtplanung für die Reinzucht beim Schwein. 3. Einfluß der Populationsstruktur auf den Zuchterfolg. *Züchtungskunde* 51, 129-142
- NIEBEL, E. & FEWSON, D. (1979d):
 Untersuchungen zur Optimierung der Zuchtplanung für die Reinzucht beim Schwein. 4. Übertragungsmodelle des Zuchtfortschrittes. *Züchtungskunde* 143-154
- NIEBEL, E. & RITTLER, A. (1994):
 Praktische Erfahrungen mit der neuen BLUP-Zuchtwertschätzung. Zuchtwertschätzung für Jungeber auf Station. 4. Schweine-Workshop, Grub
- NITTER, G., GRASER, H.-U. & BARWICK, S.A. (1994):
 Evaluation of advanced industry breeding schemes for Australian beef cattle. I. Method of evaluation and analysis for an example population structure. *Aust. J. Agric. Res.* 45, 1641-1656
- NITTER, G. & GLADIKH, M. (1997):
 Genetic and economic evaluation of genetic improvement schemes. 1. Method of evaluation with an example to Black and White cattle in the Moscow region. *Scientific News, Timirijazev-Academy*. In Press
- NOMURA, T. (1996):
 Effective size of selected populations with overlapping generations. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 113, 1-16
- OLLIVIER, L. (1986):
 Economic evaluation of breeding objectives in swine. Introductory remarks. 3rd World Congress Gen. Appl. to Livest. Prod., Nebraska
- OLLIVIER, L. (1990):
 Zukünftige Zuchtprogramme beim Schwein. *Archiv für Tierzucht* 33, 149-166
- OROZCO, F. (1986):
 Crossbreeding and heterosis. US-Spain joint seminar on sheep breeding, Zaragoza

PFEIFFER, H. (1987):

Bedeutung der Leistungsprüfung zur Steigerung der tierischen Nutzleistung. Leipziger Tierzucht-Symposien. Stand und Weiterentwicklung der Prüf- und Selektionsverfahren beim Schwein 3-13

PREISINGER, R. (1996):

Zuchtwertschätzung und Selektion in einem Zuchtprogramm für Legehennen auf der Basis von Reinzucht- und Kreuzungsleistungen. 71. Sitzung des gen.-stat. Ausschusses der DGfZ, Werder, Polykpie

RENDEL, J.M. & ROBERTSON, A.J.M. (1950):

Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. J. Genetics 50, 1-8

RITTER, E., KRAUSE, J. & SEYER, D. (1982):

Die Wurfleistung als Fitnessmerkmal in der Selektion. Archiv für Tierzucht 25, 399-406

RIEDL, M. (1996):

Untersuchungen zur Optimierung des Züchtungserfolges eines konventionellen Besamungszuchtprogrammes für Milchrinder am Beispiel der sächsischen Schwarzbuntpopulation. Dissertation Leipzig

ROBERTSON, A. (1961):

Inbreeding in artificial selection programmes. Genet. Res. 2, 189-194

RYDHMER, L., LUNDEHEIM, N. & JOHANNSON, K. (1995):

Genetic parameters for reproduction traits in sows and relations to performance test measurements. Journal of Animal Breeding and Genetics 112, 33-42

RÖHE, R. (1991):

Entwicklung optimaler Zuchtstrategien für die Anwendung des Tiermodells in der Nucleusstufe beim Schwein. Simulationsstudie und praktische Datenanalyse. Dissertation Kiel

RÖHE, R., KRIETER, J. & KALM, E. (1993):

The effect of number of sows and service time of boars on selection response and inbreeding using an animal model in a closed nucleus herd. Journal of Animal Breeding and Genetics 110, 114-125.

RÖHE, R. & KALM, E. (1996):

Genetisch-statistische Analyse des Ferkeleinzell- und des Wurfgewichtes bei Verwendung von Gibbs Sampling. 72. Sitzung des gen.-stat. Ausschusses der DGfZ, Offenhausen, Polykpie

- SANTIAGO, E. & CABALLERO, A. (1995):
Effective size of populations under selection. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 139, 1013-1030
- SCHAAF, A., HERRENDÖRFER, G. & RITTER, E. (1985):
Selektionsmerkmale, Zuchtziele und Zuchtprogramme in der Schweinezucht. *Archiv für Tierzucht* 28, 217-228
- SCHMID, H. (1984):
Anwendung der Genfluß-Methode zur Optimierung der Zuchtplanung beim Schwein, dargestellt am Beispiel des Verbandes niederbayerischer Schweinezüchter.
Dissertation Stuttgart-Hohenheim
- SCHMUTZ, M., RÖHE, R., GÖTZ, K.-U., PESCHKE, W. & KALM, E. (1994):
Estimation of genetic parameters for Pietrain based on purebreeding and crossbreeding offspring tested on station. 45th Meeting of EAAP, Edinburgh
- SCHMUTZ, M., RÖHE, R., GÖTZ, K.-U., PESCHKE, W. & KALM, E. (1995):
Estimation of genetic parameters for Pietrain based on purebreeding and crossbreeding offspring tested on station. 2nd European Workshop on Advanced Biometrical Methods in Animal Breeding, Salzburg
- SCHMUTZ, M. (1996):
Multivariate Schätzung von Populationsparametern für Merkmale aus Stations- und Feldprüfung der bayerischen Schweine-Herdbuchzucht in Reinzucht und Kreuzung.
Dissertation Kiel
- SCHÜLER, L., HERRENDÖRFER, G. & SCHAAF, A. (1986):
Methodische Hinweise zur Schätzung genetischer Parameter und ihre Anwendung in der Rinder- und Schweinezüchtung. *Archiv für Tierzucht* 29, 59-63.
- SCHWEIG, E. (1989):
Ansätze zur Risikoüberichtigung in der Zuchtplanung. Dissertation Kiel
- SCHWÖRER, D. (1988):
Berücksichtigung des intramuskulären Fettes in der Schweinezucht. 2. Schweine-Workshop, Kiel 82-94
- SEHESTED, E. & IANSSEN, K. (1991):
Expanded on farm test vs station test to control GxE interaction in pig breeding. 42nd Meeting of EAAP, Berlin
- SEHESTED, E. (1995):
Optimum allocation of limited testing capacity among two to four pig breeds in a crossbreeding scheme. 3rd Prague Workshop on Crossbreeding in Farm Animals

- SILER, R., PODEBRADSKY, Z. & KVAPIL, O. (1977):
Economic aspects of the hybridisation programme in pig breeding. 27th Meeting of EAAP, Zürich
- SKJERVOLD, H. (1977):
Möglichkeiten der Erhöhung des Zuchtfortschrittes in der Wurfgröße beim Schwein durch Selektion. *Der Tierzüchter* 12, 492-495
- SMITH, C. (1964):
The use of specialised sire and dam lines in selection for meat production. *Animal Production* 6, 337-344
- SPELMAN, R. & GARRICK, D. (1996):
Utilisation of marker assisted selection in a commercial dairy cow population. *Livestock Production Science* 47, 139-147
- STEWART, T.S., BACHE, D.H., HARRIS, D.L., EINSTEIN, M.E., LOFGREN, D.L. & SCHINKEL, A.P. (1990):
A bioeconomic profit function for swine production: Application to developing multitrait selection index. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 107, 340-350
- TÄUBERT, H., BRANDT, H. & GLODEK, P. (1998):
Estimation of genetic parameters for farrowing traits in purebred and crossbred sows and estimation of their genetic relationships. 6th World Congress Gen. Appl. to Livest. Prod., Armidale
- THIELE, H.-H. (1983):
Modellsimulationen verschiedener kontinuierlicher und diskontinuierlicher Kreuzungsverfahren bei unterschiedlichen Prüfalternativen für männliche und weibliche Probanden, Dissertation Leipzig
- THOLEN, E. (1990):
Untersuchungen von Ursachen und Auswirkungen heterogener Varianzen der Indexmerkmale in der deutschen Schweineherdbuchzucht. Dissertation Göttingen
- THOLEN, E. & SCHMITTEN, F. (1993):
BLUP: praktischer Einsatz im Schweinezüchterverband Nord-West. *Schweinezucht und Schweinemast* 5, 22-27
- TORO, M.A., SILIO, L., RODRIGANEZ, J. & TERESA TABAO, M. (1988):
Inbreeding and family index selection for prolificacy in pigs. *Animal Production* 46, 79-85
- TRAPPMANN, W. (1978):
Möglichkeiten der züchterischen Leistungsverbesserung beim Schwein unter Berücksichtigung ökonomischer Gesichtspunkte. Habilitationsschrift Bonn

- TRAPPMANN, W. & KIRSTGEN, B. (1995):
Genotyp-Umwelt-Interaktion in Kreuzungszuchtprogrammen beim Schwein. 70. Sitzung des gen.-stat. Ausschusses der DGfZ, Clausberg, Polykopie
- TÖLLE, K.H. & TRAPPMANN, W. (1995):
Ansätze zur Zuchtwertschätzung für Reproduktionsmerkmale beim Schwein. Gemeinschaftstagung der DGfZ/GfT, Hannover
- VAN OIJEN, M.A.A.J. & MERKS, J.W.M. (1995):
Estimates of genotype x environment interaction and their impact on pig breeding programmes. 46th Meeting of EAAP, Prag
- WEBB, J. & BAMPTON, P.R. (1987):
Choice of selection objectives in specialised sire and dam lines for commercial crossbreeding. 38th Annual Meeting of EAAP, Lissabon
- WEI, M., VAN DER WERF, J.H.J. & BRASCAMP, E.W. (1991):
Relationship between purebred and crossbred parameters. 2. Genetic correlation between purebred and crossbred performance under the model with two loci. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 108, 262-269
- WEI, M. (1992):
Combined crossbred and purebred selection in animal breeding, PhD-Thesis Wageningen
- WEI, M. & VAN DER WERF, J.H.J. (1994):
Maximizing genetic response in crossbreds using both purebred and crossbred information. *Animal Production* 59, 401-413
- WELLER, J.I. (1994):
Economic Aspects of Animal Breeding, Chapman & Hall, London
- WOLF, J. & HERRENDÖRFER, G. (1993):
Betrachtungen zur Definition von Kreuzungsparametern. *Archiv für Tierzucht* 36(6), 663-677
- WONG, W.C., BOYLAN, W.J. & REMPEL, W.E. (1971):
Purebred versus crossbred performance as a basis of selection in swine. *Journal of Animal Science* 32(4), 605-610
- WOOLIAMS, J.A., WRAY, N.R. & THOMPSON, R. (1993):
Prediction of long-term contributions and inbreeding in populations undergoing mass selection. *Genet. Res.* 62, 231-242
- WRAY, N.R. & THOMPSON, R. (1990):
Predictions of rates on inbreeding in selected populations. *Genet. Res.* 55, 41-54

WRIGHT, S. (1934):

The methods of path coefficients. Ann. Math. Stat. 5, 161-215

WÜNSCH, U., SCHÜLER, L. & NITTER, G. (1996):

Untersuchungen zur Leistungsprüfung beim Schwein in einem Dreirassenzuchtprogramm. 72. Sitzung des gen.-stat. Ausschusses der DGfZ, Offenhausen, Polykopie

WÖRNER, R. (1996):

Pro und Contra der Nachkommenprüfung von Endproduktebern (TOP-Genetik). 4. Schweine-Workshop, Uelzen 47-56

ZDS-Bericht (1996):

Schweineproduktion in Deutschland. Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e.V. (ZDS)

Anhang 1: Eingabeparameterfile PAR des Computerprogrammes ZPLAN

```

00370604209081120112011111001110000001300121 31_SG 35_MM Pig Sachsen
UWue.
1. 1. 0. 5. 1. 8. 20. 0.03 0.02 1000. 1. 0. 1. 35.
50000.
TZ-e-Edelschw. MFAe FVWe pH1e LGFe
0. 0. 0. 0. 0.
2 2 2 2 1
1. 2. 3. 4. 5.
LTZe SSDe TZ-f1-Generat. MFaf FVwf
0. 0. 0. 0. 0.
2 2 2 2 2
6. 7. 8. 9. 10.
pH1f LGFf LTZf SSdf TZ-
Vater
0. 0. 0. 0. 0.
2 1 2 2 2
11. 12. 13. 14. 15.
MFAv FVWv pH1v LGFv LTZv
0. 0. 0. 0. 0.
2 2 2 1 2
16. 17. 18. 19. 20.
SSDv TZ-c-Endprod. MFac FVWc pH1c
0. 0. 0. 0. 0.
2 2 2 2 2
21. 22. 23. 24. 25.
LGFc LTZc SSDc TZ-l-Landrasse MFA1
0. 0. 0. 0. 0.
1 2 2 2 2
26. 27. 28. 29. 30.
FVW1 pH11 LGF1 LTZ1 SSD1
0. 0. 0. 0. 0.
2 2 1 2 2
31. 32. 33. 34. 35.
1.A_1-DL_RZ.2 2.A_2-DE 3.A_3-PI 4.A_4-F1 .924 5.A_5
.08 .002 .0025 .0 .0
6.ANT 6 7.ANT 7 8.ANT 8 9.ANT 9
10.ANT 10 .0 .0 .0 .0 .0
11.ANT 11 12.ANT 12 13.ANT 13 14.ANT 14
15.ANT 15 .0 .0 .0 .0 .0
ND_RZ ND_KR GA_RZ_Eber GA_RZ_Sauen GA_KR
0. 0. 0. 0. 0.
21.DL_JE ----- 22. 23.-- 24.-- 25.--
1.0 .0 .0 .0 .0
26.DL_AE 27. 28. .99 29. .8 30. .0
2.0 .0
31.DL_JS -- 32. 33.-- 34.-- 35.--
1.0 1.0 .01 .1 .3
36.DL_AS 37. 38. .99 39. .9 40. .7
2.5 2.5
41.DE_JE ----- 42. 43.-- 44.-- 45.--
1.0 1.7 .0 .0 .0
46.DE_AE 47. 48. .99 49. .9 50. .7
2.0 2.99
51.DE_JS -- 52. 53.-- 54.-- 55.--
1.0 .0 .05 .2 .0
56.DE_AS 57. 58. .95 59. .8 60. .0
2.5 .0
61.PI_JE ----- 62. 63.-- 64.-- 65.--
1.0 1.7 .0 .0 .0
66.PI_AE 67. 68. .99 69. .9 70. .8
2.0 4.0
71.PI_JS -- 72. 73.-- 74.-- 75.--

```

1.0	.0	.05	.2	.0
76.PI_AS	77.	78.	79.	80.
2.5	.0	.95	.8	.0
81.F1>FC -----	82.GA	83.Alter bei	84.Geburt der	
85.Nachk.				
4.99	1.	2.	3.	3.7
86.DL-ZFZ	87.WU/HJ	88.A_LGF	89.UERATEN	
90.ESV_RZ				
.95	1.05	10.6	.8	40.
91.DE	92.	93.	94.weibl	95.
1.01	1.0	10.3	.8	20.
96.PI	97.	98.	99.maennl	100.
1.05	.95	10.3	.85	20.
101.A_TESTPL	102.A_AUSSCH_ST	103.A_KOERUNG	104.A_JE_INLAND	105.
.0	.0	.0	.0	.0
106.A_BON	107.A_ZLP_S_FD	108.A_SPERMA	109.A_EB_ST	
110.EDV				
.0	.0	.0	.0	.0
111.A_KOERUNG	112.???	113.A_DIFF_ZUK	114.A_HHAL_TE_ST	115.
0.	0.	.0	.0	.0
116.ALLGEMEIN	117.FELD_FE	118.FELDTTEST_PI	119.%_ZUK_DE	
120.P_ZU_PI				
1.	.0	.0	.33	.33
121.DO_E_DL	122.DO_E_DE	123.DO_E_PI	124.TAUGL_KB	
125.BES/TRA				
100.	500.	850.	.8	2.5
126.A_TE_L	127.M1Z_L_RZ	128.N1Z_L_RZ	129.	130.
18.	4.	2.	3.	1.
131.A_TE_E_RZ	132.M1Z_E_RZ	133.N1Z_E_RZ	134.	135.
8.5	4.	2.	3.	2.
136.A_TE_E_KR	137.M1Z_E_KR	138.N1Z_E_KR	139.M1Z_E_KR_F	
140.N1Z_E_K				
10.5	4.	2.	5.	6.
141.A_TE_P_RZ	143.M1Z_P_RZ	143.N1Z_P_RZ	144.	145.
15.5	4.	2.	3.	0.
146.A_TE_P_KR	147.	148.	149.M1Z_P_KR	
150.N1Z_P_K				
44.	.0	.0	4.	7.
151.S/TE_E_KR	152.S/TE_P_KR	153.	154.	155.
15.	15.	.0	0.	0.
156.JE_AU_L	157.JE_AU_E	158.JE_AU_P	159.	160.
39.5	35.	100.	.0	.0
161.JE_ST_L	162.JE_ST_E	163.JE_ST_P	164.	165.
125.	100.	100.	.0	.0
166.A_AE_L	167.	168.	169.	170.
15.	.0	.0	.0	.0
171.	172.	173.	174.	175.
.0	.0	.0	.0	.0
176.P_PExPI	177.P_PExF1	178.P_EExDL	179.P_EExDE	180.
.05	.0	.9	.1	.0
181.P_LSxLE	182.P_LSxEE	183.	184.P_Bon	
185.P_Trae				
.2	.0	.0	.8	.8
Pop1_ALLE				
1301.realrows	1302.SG(Zucht)	1303.LE>LE	1304.LS>LE	
1305.LE>LS				
3.	24.	1.	2.	3.
1306.LS>LS	1307.EE>EE	1308.ES>EE	1309.EE>ES	
1310.ES>ES				
4.	5.	6.	7.	8.
1311.PE>PE	1312.ES>PE	1313.PE>PS	1314.PS>PS	
1315.DL_St.				
9.	10.	11.	12.	13.
1316.DE-Stufe	1317.PI-Stufe	1318.	1319.DL	
1320.DE				
14.	15.	16.0	17.0	18.0
1320.PI-Stufe	1321.	1322.	1323.	1324.

19. 20. 21. 22. 23.
 1325. 1326. 1327. 1328. 1329.
 24. 1. 2. 3. .0

oder TYPE 9 wie folgt (beachte auch NRPSC und A(1280) !):

DL	DE	PI		
1301.realrows	1302.SG(Zucht)	1303.ZE>ZE	1304.ZS>ZE	
1305.ZE>ZS				
1.	8.	1.	2.	3.
1.	8.	9.	10.	11.
1.	8.	17.	18.	19.
1306.ZS>ZS	1307. ZE>ZE	1308.ZS>ZE	1309.ZE>ZS	
1310.ZS>ZS				
4.	5.	6.	7.	8.
12.	13.	14.	15.	16.
20.	21.	22.	23.	24.
131.CODES	1312.CODES	1313.CODES	1314.	1315.
1.	1.	1.	0.	0.
2.	2.	2.	0.	0.
3.	3.	3.	0.	0.
2801.Fixcost1	2802.Fixcost2	2803.Basis1	2804.Basis2	
2805.PERDAM				
350000.	500000.	2000.	6000.	0.0
2.	.0	.0	.0	0.0
2806.MLP_St	2807.Aukt_Eigen	2808.Ausschl_St	2809.ZLP_S_Fd	
2810.Mi-erl				
130.	1000.	35.	20.	100.
.8	.6	1.1	2.	1.1
2811.JE-ELP	2812.JS-Bonitur	2813.Sperma_G+T	2814.Halt_E_St	
2815.DatenV				
15.	12.	4.	1800.	1.
1.1	1.2	4.	4.	4.
2816.Diff_Zukau	2817.Hal_TE_St	2818.Feldtes_PI	2819.je Ferkel	2820.
1500.	600.	30.	7.5	.0
1.1	2.2	1.2	.0	.0

133 138 143 113 114
 0 1 0 1 0 1 1 1

1 7 1 8 7

21	99	83	1295	23	1	-2	1	116
116								
26	99	85	1295	28	1	-10	2	116
116								
31	94	83	86	33	2	-2	3	116
116								
36	94	84	86	38	2	-10	4	116
116								
21	99	83	1295	24	1	-2	5	116
116								
26	99	85	1295	29	1	-10	6	116
116								
31	94	83	86	34	2	-2	7	116
116								
36	94	84	86	39	2	-10	8	116
116								
41	99	83	1295	43	3	-2	9	116
116								
46	99	85	1295	48	3	-10	10	116
116								
51	89	83	91	53	4	-2	11	116
116								
56	89	84	91	58	4	-10	12	116
116								
41	99	83	1295	44	3	-2	13	116
116								
46	99	85	1295	49	3	-10	14	116
116								
51	94	83	91	54	4	-2	15	116
116								

56	94	84	91	59	4	-10	16	116
116								
61	99	83	1295	63	5	-2	17	116
116								
66	99	85	1295	68	5	-10	18	116
116								
71	89	83	96	73	6	-2	19	116
116								
76	89	84	96	78	6	-10	20	116
116								
61	99	83	1295	64	5	-2	21	116
116								
65	99	85	1295	69	5	-10	22	116
116								
71	94	83	96	74	6	-2	23	116
116								
76	94	84	96	79	6	-10	24	116
116								
32	94	83	86	35	2	-2	25	116
116								
37	94	84	86	40	2	-10	26	116
116								
42	99	83	1295	45	3	-2	27	116
116								
47	99	85	1295	50	3	-10	28	116
116								
62	89	83	1295	65	5	-2	29	116
116								
67	89	85	1295	70	5	-10	30	116
116								
81	89	83	86	82	7	0	31	116
116								

1Lte>ze	2Lze>ze	3Ljs>ze	4Lzs>se	
5Lte>zs				
1.	1.	1.	1.	1.
1	2	3	4	5
6Lze>zs	7Ljs>zs	8Lzs>zs	9Ete>ze	
10Eze>ze				
1.	1.	1.	2.	2.
6	7	8	9	10
11Ejs>ze	12Ezs>se	13Ete>zs	14Eze>zs	
15Ejs>zs				
2.	2.	2.	2.	2.
11	12	13	14	15
16Ezs>zs	17Pte>ze	18Pze>ze	19Pjs>ze	
20Pzs>se				
2.	3.	3.	3.	3.
16	17	18	19	20
21Pte>zs	22Pze>zs	23Pjs>zs	24Pzs>zs	
25Ljs>F1				
3.	3.	3.	3.	4.
21	22	23	24	25
26Lzs>F1	27Ete>F1	28Ezs>F1	29Pje>FC	
30Pze>FC				
4.	5.	5.	6.	6.
26	27	28	29	30
31 F1>FC				
7.				
31				
0				
0101				

Anhang 2 und Anhang 3 hier einfügen:

0.11	4.5	-35.0	2.0	7.5	0.0	0.0	0.00	0.0
000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.11	4.5	-35.0	2.0
7.5	0.0	0.0	0.00	0.0	000.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.11	4.5	-35.0	2.0	7.5	0.0	0.0	
01 0 0 1 1 0 0 0 010				!!! JE_L zur Koerung				

```

1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315
8  60 3 3333435
8  0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ! Statinsgetestet
10 60 3 3333435
10 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1
12 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1

02 0 0 1 110 1 0 011          !!! Eber DL
1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315
8  60 3 3333435
8  0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ! Statinsgetestet
10 60 3 3333435
10 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1
12 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1
15 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ! NKP-Station

03 0 0 1 1 0 0 0 0 5          !!! JSauen zur Bonitur
1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315 12  1 2 4 1 2 3 4

04 0 0 1 1 5 3 0 0 6          !!! Sauen Mutterlinien
1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315 12  1 2 4 1 2 3 4
1  1 1 133

05 0 0 1 1 0 0 0 010          !!! JE_L zur Koerung
1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315
8  60 3 3333435
8  0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ! Statinsgetestet
10 60 3 3333435
10 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1
12 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1

06 0 0 1 110 5 0 011          !!! Eber DL
1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 333 115
8  60 3 3333435
8  0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ! Statinsgetestet
10 60 3 3333435
10 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1
12 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1
15 0 0 429303132 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ! NKP-Station

07 0 0 1 1 0 0 0 0 5          !!! JSauen zur Bonitur
1  1 1 23435
2  1 1 23435

```

```

3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315  12  1 2 4 1 2 3 4

08 0 0 1 1 5 7 0 0 6          !!! Sauen Mutterlinien
1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315  12  1 2 4 1 2 3 4
1  1 1 133

09 0 0 1 1 0 0 0 010          !!! JE_D zur Koerung
1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 115
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315
8  10 3 3 5 6 7
8  0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3 ! Stationsgetestet
10 10 3 3 5 6 7
10 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3
12 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3  1  1 1 2 6 7

10 0 0 1 110 9 0 012          !!! Eber DE
1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 115
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315
8  10 3 3 5 6 7
8  0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3 ! Stationsgetestet
10 10 3 3 5 6 7
10 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3
12 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3
15 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3 ! NKP-Station_RZ
15 0 0 3 91113 0 0 0 0 0 0 0 5  ! FD15_KR
!! 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 5 ! ST_KR

11 0 0 1 1 0 0 0 0 5          !!! Sauen DE
1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315

12 0 0 1 1 511 0 0 6          !!! Sauen DE
1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315
1  1 1 1 5

13 0 0 1 1 0 0 0 010          !!! JE_D zur Koerung
1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 115
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315
8  10 3 3 5 6 7
8  0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3 ! Stationsgetestet
10 10 3 3 5 6 7
10 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3
12 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3  1  1 1 2 6 7

14 0 0 1 11013 0 012          !!! Eber DE

```

```

1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 115
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315
8  10 3 3 5 6 7
8  0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3 ! Stationsgetestet
10 10 3 3 5 6 7
10 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3
12 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3
15 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3 ! NKP-Station_RZ
15 0 0 3 91113 0 0 0 0 0 0 0 5 ! FD15_KR
!! 0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 5 ! ST_KR

15 0 0 1 1 0 0 0 0 5          !!! Sauen DE
1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315

16 0 0 1 1 515 0 0 6          !!! Sauen DE
1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315
1  1 1 1 5

17 0 0 1 1 0 0 0 010          !!! Eber Pi mit Feldtest
1  1 1 22021
2  1 1 22021
3  1 1 31920121 0 0 119 115
4  1 1 22021
5  1 1 31920121 0 0 119 315
8  10 3 3192021
8  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
10 10 3 3192021
10 0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
12 0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4

18 0 0 1 11017 0 012
1  1 1 22021
2  1 1 22021
3  1 1 31920121 0 0 119 115
4  1 1 22021
5  1 1 31920121 0 0 119 315
8  10 3 3192021
8  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
10 10 3 3192021
10 0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
12 0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
15 0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
15 0 0 3222324 0 0 0 0 0 0 0 6

19 0 0 1 1 0 0 0 0 5          !!! Sauen Pi
1  1 1 22021
2  1 1 22021
3  1 1 3192021 0 0 119 115
4  1 1 22021
5  1 1 3192021 0 0 119 315 12  1 2 415161718

20 0 0 1 1 519 0 0 6          !!! Sauen Pi
1  1 1 22021
2  1 1 22021
3  1 1 3192021 0 0 119 115
4  1 1 22021

```



```

5  1 1 3192021 0 0 119 315  12  1 2 415161718
1  1 1 119

21 0 0 1 1 0 0 0 010          !!! Eber Pi mit Feldtest
1  1 1 22021
2  1 1 22021
3  1 1 31920121 0 0 119 115
4  1 1 22021
5  1 1 31920121 0 0 119 315
8 10 3 3192021
8  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
10 10 3 3192021
10  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
12  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4

22 0 0 1 11021 0 012
1  1 1 22021
2  1 1 22021
3  1 1 31920121 0 0 119 115
4  1 1 22021
5  1 1 31920121 0 0 119 315
8 10 3 3192021
8  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
10 10 3 3192021
10  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
12  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
15  0 0 415161718 0 0 0 0 0 0 0 4
15  0 0 3222324 0 0 0 0 0 0 0 6

23 0 0 1 1 0 0 0 0 5          !!! Sauen Pi
1  1 1 22021
2  1 1 22021
3  1 1 3192021 0 0 119 115
4  1 1 22021
5  1 1 3192021 0 0 119 315  12  1 2 415161718

24 0 0 1 1 523 0 0 6          !!! Sauen Pi
1  1 1 22021
2  1 1 22021
3  1 1 3192021 0 0 119 115
4  1 1 22021
5  1 1 3192021 0 0 119 315  12  1 2 415161718
1  1 1 119

25 0 0 1 1 0 0 0 0 5          !!! JSauen zur Bonitur
1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315  12  1 2 4 1 2 3 4

26 0 0 1 1 525 0 0 6          !!! Sauen Mutterlinie
1  1 1 23435
2  1 1 23435
3  1 1 3333435 0 0 133 115
4  1 1 23435
5  1 1 3333435 0 0 133 315  12  1 2 4 1 2 3 4
1  1 1 133

27 0 0 1 1 0 0 0 010          !!! JE_D zur Koerung
1  1 1 2 6 7
2  1 1 2 6 7
3  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 115
4  1 1 2 6 7
5  1 1 3 5 6 7 0 0 1 5 315
8 10 3 3 5 6 7
8  0 0 4 1 2 3 4 0 0 0 0 0 0 0 3 ! Stationsgetestet

```


Anhang 4: Eingabeparameterfiles NBILD und NUMBER des Computerprogrammes ZPLAN

```

C*****
*
SUBROUTINE NBILD(A)
C*****
*
      DIMENSION A(3500)
      character*80 b1*8,b2*8
      DATA n/0/
      call date(b1)
      call time(b2)
      open(12,file='control',status='unknown')
      open(13,file='con-sta',status='unknown')
      write(12,*) '==== AUSGABEFILE FUER ZPLAN ===== '
      write(12,*) b1,' ',b2,' 31_SG'
      write(12,*) ' '
C
C*****
*
C
C      Basis der Rechnungen ist eine Dreiwegekreuzung
C      (Pietrain x (Deutsches Edelschwein x Deutsche Landrasse))
C
C      mit 31 Selektionsgruppen unter Annahme von 2 Selektionsstufen
C
C      Variable  0:  nur NKP_St, DE_KR_St
C                1:  nur NKP_St, DE_KR_Fd
C                2:  NKP + ELP_DL_St
C                3:  ELP_St + VuHG_St
C
C      Zuchtplan A:  1
C                  B:  0
C                  C:  1 + 2
C                  D:  0 + 2
C                  E:  1 + 3
C                  F:  1 + 3 (variieren Nutzungsdauer !)
C
C      EINGESTELLT AUF VAR. 1
C
C***** Wuensch,U.; 04/97
*****
C
C-----
C
C      Variation der Populationsgroessen
C-----
C
C      A(4) = 1 - A(1) - A(2) - A(3)
C
C      n = n + 1
C      write(*,*) n
C
C-----
C
C      write(12,*) '====> BERECHNUNG GENANTEILE '
C-----
C
C      Zu beachten ist ja die nicht alleinige Ableitung des GA ueber die
C      ND. Es kann Restriktionen geben:
C      - Nur NK-gepruefte Eber erzeugen Zuchteber
C      - TE auch begrenzt zur Erzeugung von Stammsauen eingesetzt.
C      Die * .66 traegt dem geringeren Einsatz der ZE Rechnung.

```

```

c
c      Genanteile =(ND_AE) / (ND_AE + ND_JE * .66)
c
CC  LANDRASSE
c
c      ZE > ZE (Wenn TE Zuchteber erzeugen d u e r f e n)
c      A(28) = .99 !A(26) / (A(26) + A(21) * .66)      !GA_AE_L > ZE
c      A(23) = 1 - A(28)                                !GA_TE_L > ZE
c
c      ZE > ZS
c      A(29) = A(26) / (A(26) + A(21) * .66)          !GA_AE_L > ZS
c      A(24) = 1 - A(29)                                !GA_TE_L > ZS
c
c      ZS > ZE
c      A(38) = A(36) / (A(36) + A(31))                !GA_AS_L > ZE
c      A(33) = 1 - A(38)                                !GA_JS_L > ZE
c
c      ZS > ZS
c      A(39) = A(36) / (A(36) + A(31))                !GA_AS_L > ZS
c      A(34) = 1 - A(39)                                !GA_JS_L > ZS
c
c
c      ZS > F1 !!
c      A(40) = A(37) / (A(37) + A(32))                !GA_AS_L > F1
c      A(35) = 1 - A(40)                                !GA_JS_L > F1
c
c      write(*,*) 'DL-E',A(23), A(28), A(24), A(29)
c      write(*,*) 'DL-S',A(33), A(38), A(34), A(39)
c      write(*,*) 'DL-S',A(35), A(40)
c
CC  EDELSCHWEIN
c
c      ZE > ZE (Wenn TE Zuchteber erzeugen d u e r f e n)
c      A(48) = .99 !A(46) / (A(46) + A(41) * .66)      !GA_AE_E > ZE
c      A(43) = 1 - A(48)                                !GA_TE_E > ZE
c
c      ZE > ZS
c      A(49) = A(46) / (A(46) + A(41) * .66)          !GA_AE_E > ZS
c      A(44) = 1 - A(49)                                !GA_TE_E > ZS
c
c      ZS > ZE
c      A(58) = A(56) / (A(56) + A(51))                !GA_AS_E > ZE
c      A(53) = 1 - A(58)                                !GA_JS_E > ZE
c
c      ZS > ZS
c      A(59) = A(56) / (A(56) + A(51))                !GA_AS_E > ZS
c      A(54) = 1 - A(59)                                !GA_JS_E > ZS
c
c
c      ZE > F1 !!
c      A(50) = A(47) / (A(47) + A(42) * .66)          !GA_AE_E > F1
c      A(45) = 1 - A(50)                                !GA_TE_E > F1
c
c      write(*,*) 'DE-E',A(43), A(48), A(44), A(49)
c      write(*,*) 'DE-S',A(53), A(58), A(54), A(59)
c      write(*,*) 'DE-S',A(45), A(50)
c
CC  PIETRRAIN
c
c      ZE > ZE (Wenn TE Zuchteber erzeugen d u e r f e n)
c      A(68) = .99 !A(66) / (A(66) + A(61) * .66)      !GA_AE_P > ZE
c      A(63) = 1 - A(68)                                !GA_TE_P > ZE
c
c      ZE > ZS
c      A(69) = A(66) / (A(66) + A(61) * .66)          !GA_AE_P > ZS
c      A(64) = 1 - A(69)                                !GA_TE_P > ZS
c
c      ZS > ZE
c      A(78) = A(76) / (A(76) + A(71))                !GA_AS_P > ZE
c      A(73) = 1 - A(78)                                !GA_JS_P > ZE
c
c      ZS > ZS
c      A(79) = A(76) / (A(76) + A(71))                !GA_AS_P > ZS
c      A(74) = 1 - A(79)                                !GA_JS_P > ZS
c
c
c      ZE > FC !!
c      A(70) = A(67) / (A(67) + A(62) * .66)          !GA_AE_P > FC
c      A(65) = 1 - A(70)                                !GA_TE_P > FC

```



```

A(2715)=A(2711)
A(2616)=A(2612)
A(2716)=A(2712)
c
c-----
-
c      write(12,*) '=====> PIETRAIN - PI '
c-----
-
CC  PE>PE
c    VERHAELTNIS DER BASISVARIANTE
      A_JE_P_Au = A_S_P * .8                !1.6 JE/Sau und Jahr
      P_ZUK_P = A(120)                      !% Zukauf als TE
c    ANPASSUNG A_TE AN POPSTRUC, proportionale Steig. zu 125 Sauen
      A_TE_P_RZ = A(141) * A_S_P / 125
c    Festlegen des Eber-Sauen-Verhaeltnisses, SI bleibt konstant
      ESV_P = A(100)
c    FREMDGEN (INZUCHT)
      A(2617) = A_TE_P_RZ * (1 - P_ZUK_P) / P_TauKB
      A(2717) = A_JE_P_Au                    !12
c      A(2717) = A_TP_P                      !3
c    A_AE_P fuer RZ
      A_AE_P = A_S_P / ESV_P
      A(2618) = A_AE_P / A(66)
      A(2718) = A_TE_P_RZ
CC  PS>PE
c    Berechnung Anzahl Testplaetze TE_Pi_RZ
      TP_P = A_TE_P_RZ * A(142) * A(143)    !4
c      TP_P = A(141) * A(142) * A(143)     !12
c      TP_P = A(141) * A(142) * A(144)     !3
c
c    Lineare Entwicklung bei Var_Pop +
c    Geringere SI durch weibl. Tiere auf Station !1.6 JS/AS und Jahr
      A_Bon_P = A_S_P * .8 - (TP_P * .1)    !12
c      A_Bon_P = A_S_P * .8                !3
      P_Bon = A(184)
      A(2619) = A_Bon_P * P_Bon
      A(2719) = A_Bon_P
      A(2620) = (A(1290) * A(3)) / A(76)
      A(2720) = A(2619) * P_Trae
CC  PE>PS
      A(2621)=A(2617)
      A(2721)=A(2717)
      A(2622)=A(2618)
      A(2722)=A(2718)

CC  PS>PS
      A(2623)=A(2619)
      A(2723)=A(2719)
      A(2624)=A(2620)
      A(2724)=A(2720)
c
c-----
-
c      write(12,*) '=====> FERKELERZEUGER '
c-----
-
CC  LS>FS
      A(2625) = A_Bon_L * .8 * P_LSxEE
      A(2725) = A(2703)
      A(2626) = A(1290) * (A(1) * P_LSxEE) / (A(37))
      A(2726) = A(2625) * .8
CC  EE>FS
      A_TE_E_KR = A(136)
      Do_E_E = A(122)
c    Loesung, dass TE 2/3 der Spermamenge der AE geben
c    Anteil AE an Besamungen (ND_AE*100) / (ND_AE * ND_JE*.66)

```

```

c      AE_B_E = A(47) / (A(47)+(A(42)*.66))
c      Spermportionen von Jungebern (SP_AE * .66) ABGEZOGEN
      A_SP_E_AE = A_SP_E_KR !!!!!- (A_TE_E_KR * Do_E_E * .66)
      A_AE_E1 = A_SP_E_AE / Do_E_E
c      A_AE_E fuer KR
      A_AE_EK = A_AE_E1 * (A(47) / (A(47) + 1))
c      A_AE_E = A_SP_E * AE_B_E / Do_E_E
c      A_E_E = A_SP_E / Do_E_E
c      A_AE_E = A_E_E * AE_B_E
      A_E_E_REPRO = A_AE_EK / A(47) ! P_FREMDGEN_DE
      A(2627) = A_TE_E_KR * (1 - P_ZUK_E) / P_TauKB
      A(2727) = A(2709)
      A(2628) = A_E_E_REPRO
      A(2728) = A_TE_E_KR

c
CC PE>FC
      A_TE_P_KR = A(146)
      Do_E_P = A(123)
c      Anteil AE an Besamungen (ND_AE*100) / (ND_AE * ND_JE*.6)
c      AE_B_P = A(66) / (A(66)+(A(61)*.66))
c      Spermportionen von Jungebern abziehen
      A_SP_P_AE = A_SP_P_KR !!!- (A_TE_P_KR * Do_E_P * .66)
      A_AE_P1 = A_SP_P_AE / Do_E_P
      A_AE_PK = A_AE_P1 * (A(67) / (A(67) + 1))
c      write(*,*) A_SP_P_AE, Do_E_P, A_AE_P
c      A_AE_P = A_SP_P * AE_B_P / Do_E_P
c      A_E_P = A_SP_P / Do_E_P
c      AE_B_P = A(66) / .66
c      A_AE_P = A_E_P * AE_B_P
      A_E_P_REPRO = A_AE_PK / A(67)
      A(2629) = A_TE_P_KR * (1 - P_ZUK_P) / P_TauKB
      A(2729) = A(2717)
      A(2630) = A_E_P_REPRO
      A(2730) = A_TE_P_KR

CC FS>FC
c      6 JS-ELP je Sau pro Jahr
      A(2631) = A(1290) * A(4) / A(81)
      A(2731) = A(1290) * (A(1) * P_LSxEE) * 3

c
c-----
-
c      write(12,*) '=====> ANZAHL TESTPLAETZE'
c-----
-
c      Berechnung Anzahl Testplaetze TE_DL
      TP_L = A(126) * A(127) * A(128) !1
c      TP_L = A(126) * A(127) * A(129) !23
c      Berechnung Anzahl Testplaetze TE_DE
      TP_E = A_TE_E_RZ * A(132) * A(133) !12
c      TP_E = A(131) * A(132) * A(134) !3
c
c-----
-
c      FELDTEST DE
c      TP_E_KR = A(136) * A(137) * A(138) !0
calt      TA_E_KR = A(136) * A(139) !123
c      Ermittlung A_Testeber * A_Sauen_E_Test * A_Ferkel/Sau
      A_E_S = A(136) * A(139) !123
      A_E_F = A_E_S * A(140)
c      FELDTEST PI
calt      TA_P_KR = A(146) * A(149)
      A_P_S = A(146) * A(149)
      A_P_F = A_P_S * A(150)
c      Berechnung Anzahl Testplaetze STATION
c      A(101) = TP_L1 + TP_E_RZ + TP_E_KR + TP_P_RZ !0
      A(101) = TP_L + TP_E + TP_P !1

```

```

write (13,*) A(101),TP_L,TP_E,TP_P           !123
write (12,*) A(101),TP_L,TP_E,TP_P           !123
c      write (12,*) '          '+',TP_E_KR,'+ (' ,TA_P_KR,')' !0
calt   write (12,*) '          + (' ,TA_E_KR,') + (' ,TA_P_KR,')'
!123
c      Berechnung Anzahl Testplaetze FELD
calt   A(118) = TA_P_KR                       !0p
c      A(118) = A_E_S                          !0p
c      A(117) = A_E_F                          !0!
calt   A(118) = TA_P_KR + TA_E_KR             !123
A(118) = A_E_S + A_P_S                       !123
A(117) = A_E_F + A_P_F                       !123
c
c-----
-
c      Berechnung Ausschlichtung Station (*.8 Bes.-tauglichkeit)
c      A(102) = A(101)                          !1
c      A(102) = A(101) - (A(126) / P_TauKB)     !2
c      A(102) = A(101) - ((A(126) + A(136) + A(146) / P_TauKB)) !3
write(12,*)'A_Ausschl._St:',A(102)
c
c-----
-
write(12,*) '=====> ZUWEISUNG DER KOSTEN, VAR.:',n
c-----
-
A(103) = A(2701) + A(2709) + A(2717)         !123
write(12,*)'A_ELP_JE:',A(103),A(2701),A(2709),A(2717)
A(104) = A(2601) + A(2627) + A(2629)         !1
c      A(2609) + A(2617) faellt mit ab
c      write(12,*)'A_Aukt_Stat: ',A(104)
c      A(105) = A_ELP_Fd - A(104)
c      write(12,*)'A_Min.-erloes:',A(105)      ! traegt Zuechter, nicht
ZV
A(114) = A(2702) + A(2728) + A(2730)
write(12,*)'A_TE_St:
',A(114), '=',A(2702),'+',A(2728),'+',A(2730)
A(109) = (A_AE_L + A_AE_EK + A_AE_PK)
c      write(12,*)'A_Eb_St:',A_E_L,A_E_EK,A_E_PK
write(12,*)'A_AE_St: ',A(109), '=',A_AE_L,'+',A_AE_EK,'+',A_AE_PK
A(106) = (A_Bon_L + A_Bon_E + A_Bon_P) !nur RZ !?A_Bon_F
write(12,*)'A_ELP_JS: ',A(106),A_Bon_L,A_Bon_E,A_Bon_P
A(107) = A(106) * A(94) * P_Trae
write(12,*)'A_ZLP_S_Fd: ',A(107)
A_DE_ZU = (A_E_E_REPRO*P_ZUK_E) + ((A(1290)*A(2)/ESV_E) *
P_ZUK_E)
A_PI_ZU = (A_E_P_REPRO*P_ZUK_P) + ((A(1290)*A(3)/ESV_P) *
P_ZUK_P)
A(113) = A_DE_ZU + A_PI_ZU
write(12,*)'A_JE_Zukauf (PI+DE) ',A(113),A_DE_ZU,'+',A_PI_ZU
A(110) = A(1290)
c      write(12,*)'A_Datenv.: ',A(110)
c
c-----
-
write(12,*) 'SG 1- 4 (DL):',A(2601),A(2602),A(2603),A(2604)
write(12,*) '          ',A(2701),A(2702),A(2703),A(2704)
write(12,*) 'SG 5- 8 (DL):',A(2605),A(2606),A(2607),A(2608)
write(12,*) '          ',A(2705),A(2706),A(2707),A(2708)
write(12,*) 'SG 9-12 (DE):',A(2609),A(2610),A(2611),A(2612)
write(12,*) '          ',A(2709),A(2710),A(2711),A(2712)
write(12,*) 'SG 13-16 (DE):',A(2613),A(2614),A(2615),A(2616)
write(12,*) '          ',A(2713),A(2714),A(2715),A(2716)
write(12,*) 'SG 17-20 (PI):',A(2617),A(2618),A(2619),A(2620)
write(12,*) '          ',A(2717),A(2718),A(2719),A(2720)
write(12,*) 'SG 21-24 (PI):',A(2621),A(2622),A(2623),A(2624)
write(12,*) '          ',A(2721),A(2722),A(2723),A(2724)

```

```

write(12,*) 'SG 25-28 (F1):',A(2625),A(2626),A(2627),A(2628)
write(12,*) '           ',A(2725),A(2726),A(2727),A(2728)
write(12,*) 'SG 29-31 (FC):',A(2629),A(2630),A(2631)
write(12,*) '           ',A(2729),A(2730),A(2731)
write(12,*) '           '
write(12,*) 'A_S_DL_RZ: ',A_S_L_RZ
write(12,*) 'A_S_DL_KR: ',A_S_L_KR
write(12,*) 'A_S_DE_RZ: ',A_S_E
write(12,*) 'A_S_PI_RZ: ',A_S_P
write(12,*) 'A_S_F1   : ',A_S_F1
END

C
C*****
*
      SUBROUTINE NUMBER(A,M1,N1,IW1,IVT)
C*****
*
      DIMENSION A(3500)
      GOTO(1,2,3,4,5,6),IVT
C      1. Anzahl HG_L
1      M1 = A(127)
      N1 = A(128)
      IW1 = IW1
      IVT = IVT
      return
C      2. Anzahl VG_L
2      M1 = A(130)
      N1 = A(135)
      return
C      3. Anzahl HG_E
3      M1 = A(132)
      N1 = A(133)
      return
C      4. Anzahl HG_P
4      M1 = A(142)
      N1 = A(143)
      return
C      5. Anzahl NK E
c5     M1 = A(137)           ! _KR-St
c      N1 = A(138)
5      M1 = A(139)           ! _KR-Fd
      N1 = A(140)
      return
C      6. Anzahl NK P_KR
6      M1 = A(149)
      N1 = A(150)
      RETURN
      END

```

DANKSAGUNG

Mein Dank gilt Prof. G. von Lengerken für die Überlassung des Themas sowie Prof. L. Schüler für die Betreuung und dem Freiraum bei der Ausgestaltung der Arbeit.

Bei Dr. G. Hallfarth vom Sächsischen Schweinezuchtverband e.V. und bei Herrn S. Eckert von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft möchte ich mich für die Hilfe bei der Erfassung der notwendigen Daten und die ständige Diskussionsbereitschaft bedanken.

Weiterhin bedanke ich mich bei Dr. U. Bergfeld und bei Dr. U. Müller von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft für die Begleitung der Arbeit und meine Einbeziehung in die Arbeitsgruppe "Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung beim Schwein" in Sachsen sowie bei Prof. H. Pfeiffer für viele wertvolle Hinweise.

Ein Dank geht auch an das Sächsische Staatsministerium für Landwirtschaft für die Finanzierung des Projektes.

Mein besonderer Dank gilt Dr. G. Nitter vom Institut für Tierzucht und Tierhaltung der Universität Stuttgart-Hohenheim für die mir gewährte Aufmerksamkeit, seiner Geduld beim Durcharbeiten der Zuchtpläne und der hilfreichen Kritik bei der Abfassung der Arbeit.

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik

**Untersuchungen zur Zuchtplanung in einer
Dreirassenkreuzung am Beispiel des Sächsischen
Schweinezuchtverbandes e.V.**

Thesen
zur
Dissertation

Der Landwirtschaftlichen Fakultät
der
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor agriculturarum (Dr. agr.)

vorgelegt von

Diplomagraringenieur

Uwe Wunsch

11.05.1966

geb. am

in Zwickau

Gutachter: Prof. Dr. habil. L. Schüler
Prof. Dr. habil. G. v. Lengerken
Prof. em. Dr. Drs. D. Fewson

Verteidigung am: 18.05.1998

Halle/Saale 1998

Einführung

Sich verändernde Marktsituationen erfordern eine ständige Überprüfung der züchterischen Tätigkeit. Es besteht die Notwendigkeit einer straff organisierten und systematisch betriebenen Zuchtarbeit unter Beachtung künftiger Entwicklungen. Ein komplex angelegtes Zuchtprogramm ist die Bedingung dafür. Entsprechende wissenschaftlich begründete Zuchtprogramme werden von allen größeren Zucht- und Besamungsorganisationen genutzt. War in der Vergangenheit die Lösung von Teilproblemen im Vordergrund der Untersuchungen, geht es jetzt um die Optimierung ganzer Reinzucht- bzw. Kreuzungszuchtprogramme.

Material und Methode

Die Basis des Zuchtprogrammes des Sächsischen Schweinezuchtverbandes e.V. bildet eine Dreiwegekreuzung mit der Deutschen Landrasse (DL), dem Deutschen Edelschwein (DE) und dem Pietrain (Pi). Das Zuchtprogramm besteht aus drei Schichten einer Pyramide, der Nukleus-, der Vermehrungs- sowie der Produktionsstufe. Die Vermehrungsstufe liefert durch die Verpaarung der Mutterrassen Sauen für die Reproduktion der F₁-Generation. Innerhalb der Produktionsstufe werden die F₁-Sauen mit Ebern der Vatterrasse verpaart. Das Ziel der Untersuchungen ist eine Optimierung der züchterischen Bearbeitung mittels Modellkalkulationen.

Der Zuchtverband ist an einer optimalen Entscheidungsgrundlage für Anpaarung, Selektion und Management im Reinzucht- und Kreuzungsprozeß interessiert. Durch geringe Veränderungen im Computerprogramm ZPLAN (KARRAS *et al.*, 1993) kann eine Antwort auf Teile dieser Problemstellung gegeben werden. Auf der Basis der Genflußmethode, der Definition von Selektionsgruppen mit unterschiedlichen Selektionsindizes und unter der Beachtung fixer und variabler Züchtungskosten wurde die Möglichkeit geschaffen, unterschiedliche Zuchtstrategien zu analysieren und vergleichen zu können. Die Hauptkriterien für die Beurteilung der vorgestellten Varianten sind der monetäre Zuchtfortschritt sowie der Züchtungsgewinn. Der monetäre Zuchtfortschritt bezieht sich dabei auf den Gesamtzuchtwert, also die Summe der ökonomisch gewichteten Merkmale im Zuchtziel. Der Züchtungsgewinn ist der auf eine Sau bezogene aufsummierte und diskontierte Ertrag im vorgegebenen

Investitionszeitraum minus den fixen und variablen Züchtungskosten. Bis jetzt wurde das Computerprogramm noch nicht für Modellkalkulationen zu einem Kreuzungszuchtprogramm genutzt.

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Die optimale Anzahl an DL-Sauen zur Anpaarung in Reinzucht erwies sich als unterschiedlich in Abhängigkeit davon, ob von einem gleichbleibenden Eber-Sauen-Verhältnis oder von einer konstanten Anzahl von Ebern ausgegangen wurde. Unter Berücksichtigung von monetärem Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn sprechen die Ergebnisse für einen Umfang von 800 Reinzuchtanpaarungen bei einem Bestand von 4000 DL- und 46000 F₁-Sauen.
2. Für verschiedene Gruppen innerhalb des Kreuzungssystemes wurde die optimale Nutzungs-dauer unter Zugrundelegung eines Vierpfade-Modelles ermittelt. In der Reinzuchtstufe wurden bei Anwendung einer gezielten Paarung zur Erzeugung von Zuchtebern, in Abhängigkeit von der Rasse, zwischen 10 und 14 Monate für Eber und 12 Monate für Sauen berechnet. Eber und Sauen zur Erzeugung von Sauen werden bereits nach der Eigenleistungsprüfung eingesetzt. Somit verlängert sich deren Nutzungsdauer gegenüber der gezielten Paarung um die Zeit zwischen der Eigenleistungsprüfung und dem Abschluß der Nachkommenprüfung bei Ebern bzw. der Zuchtleistungsprüfung bei Sauen.
3. Die Nutzungsdauer der Eber in der Kreuzungsstufe kann wesentlich länger sein als in der Reinzuchtstufe. DE-Eber sollten zur Anpaarung an DL-Sauen etwa 2.2 Jahre eingesetzt werden. Der Einsatz der Pi-Eber zur Erzeugung der Endprodukte kann sogar 2.7 Jahre betragen, da unter deren Nachkommen keine Selektion stattfindet, so daß die Vorteile eines verkürzten Generationsintervalles nicht in gleichem Maße zur Geltung kommen wie in der Reinzucht- und ersten Kreuzungsstufe. Die DL-Sauen zur Erzeugung der F₁-Generation sollen im Mittel nicht länger als 1.5 Jahre genutzt werden, wogegen die Kreuzungssauen über 2 Jahre einzusetzen sind.

4. Es wird die Gewichtung der Zuchtzielmerkmale der verschiedenen Rassen entsprechend ihrer Stellung im Kreuzungssystem und ihrer populationsgenetischen Parameter bestimmt. Hierfür werden die in der Endstufe auf Produktionsniveau ermittelten Grenznutzen mit den durch Anwendung der Genflußmethode erzielten standardisierten und diskontierten Merkmalsrealisierungen (SDA-Werten) gewichtet. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine gezielte Festlegung der ökonomischen Gewichte der Merkmale.
5. Unterschiedliche SDA-Werte führen dazu, daß die Vaterrasse einen sehr geringen Wert für das Reproduktionsmerkmal erhält. Deutlich werden die höheren ökonomischen Gewichte des P_i für die Merkmale der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes gegenüber den Mutterassen. Dies steht im Gegensatz zu der oftmals angewandten Gleichbehandlung der Rassen in Zuchtprogrammen auf der Basis einer Dreiwegekreuzung. Die wesentlichste Ursache ist die Nähe zum Endprodukt. Der in der Reinzucht erzielte Zuchtfortschritt der Vaterrasse kann bereits in der nächsten Generation in den Endprodukten realisiert werden, währenddessen die Umsetzung des Zuchtfortschrittes der Mutterassen erst nach zwei Generationen in den Endprodukten erfolgen kann.
6. Bei der Festlegung der ökonomischen Gewichte sollte nicht nur zwischen Vater- und Mutterassen unterschieden werden wie bisher üblich, sondern auch innerhalb der Mutterassen entsprechend der Stellung im Anpaarungsschema. Dabei ist wiederum in Betracht zu ziehen, inwieweit eine Wechselkreuzung angewendet wird. Wird die F_1 -Generation zu gleichen Teilen von Ebern und Sauen der beiden mit ähnlichen populationsgenetischen Parametern versehenen Ausgangsrassen erstellt, so treten keine wesentlichen Unterschiede in den ökonomischen Gewichten auf. Wird aber davon abgewichen, ist eine Differenzierung zwischen den die F_1 -Generation erstellenden Rassen zu treffen. Das trifft vor allem zu, wenn außer den Merkmalen der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes auch Reproduktionsmerkmale in das Zuchtziel aufgenommen werden.

7. Die Prüfvariante der Eigenleistungs- sowie Voll- und Halbgeschwisterprüfung der Eber auf Station in Kombination mit einer Eigenleistungsprüfung der Sauen im Feld erwies sich als am günstigsten. Unter den Bedingungen einer gezielten Paarung (nachkommengeprüfter Eber x nachkommengeprüfte Sau) zur Erzeugung von Zuchtebern beträgt die Überlegenheit dieses Zuchtplanes gegenüber einem Zuchtplan mit einer Eigenleistungsprüfung im Feld 1.58 DM (36 %) im monetären Zuchtfortschritt und 8.19 DM (68 %) im Züchtungsgewinn.
8. Wird bereits nach der Eigenleistungsprüfung mit der Erzeugung von Zuchtebern begonnen, ist eine abermalige Erhöhung des monetären Zuchtfortschrittes um .33 DM (5 %) und des Züchtungsgewinnes um 2.67 DM (13 %) möglich. Dies ist das Ergebnis eines verkürzten Generationsintervalls der eingesetzten Eber. Dadurch wird die Abnahme der Sicherheit der Zuchtwertschätzung, die sich aufgrund der Selektion nach Vorfahren- und Geschwisterleistungen unter Vernachlässigung der Nachkommenleistungen ergibt, mehr als ausgeglichen. Außerdem entfällt die bis zum Vorliegen der Nachkommenprüfergebnisse mit etwa 20 % anzusetzende Verlustrate der Eber.
9. Ein Zuchtplan mit einer Eigenleistungsprüfung der Eber auf Station und der sofortige Einsatz zur Erzeugung von Ebern führt dazu, daß im monetären Zuchtfortschritt die Überlegenheit gegenüber einem Zuchtplan mit dem Einsatz von nachkommengeprüften Ebern zur Erzeugung von Zuchtebern bei den Rassen DE und Pi stark reduziert ist. Das ist begründet in den zum Zeitpunkt der Eigenleistungsprüfung noch nicht vorliegenden Ergebnissen aus der Nachkommenprüfung der Kreuzungsanpaarungen im Feld, wobei vor allem der Verlust der hohen Anzahl an Erfassungen des Merkmales MFA Auswirkungen zeigt.
10. Verschiebungen bei der Verteilung der Prüfplätze in der Teststation treten durch Nutzungsänderungen auf, so bei der Prüfung von F₁-Tieren auf Station, durch die Verlagerung der Eigenleistungsprüfung der Eber auf die Station sowie durch den 6-monatigen Einsatz der Testeber als Ebeväter. Die Prüfung von Nachkommen der DE_{KR}-Eber auf Station bewirkt Abnahmen im Zuchtfortschritt sowie im

Züchtungsertrag, da sie lediglich über die Korrelationen zu einer begrenzten Anzahl in Reinzucht nachkommengeprüfter Eber zum kumulativen Zuchtfortschritt beitragen. Jedoch ist die Abnahme mit 2.3 bis 3 % relativ gering, so daß diese Form der Prüfung unter bestimmten Umständen akzeptabel erscheint.

11. Bei der Nachkommenprüfung der Eber für die Kreuzungsanpaarungen im Feld waren in den verschiedenen Zuchtplänen nur geringe Schwankungen bei der Anzahl Eber, der Prüfgruppen je Eber und der Tiere je Prüfgruppe festzustellen. Es werden unter den gegebenen Bedingungen für die DE_{KR} -Prüfung 25 bis 30 Testeber mit 30 bis 35 Prüftieren und für die Pi_{KR} -Prüfung etwa 90 Testeber mit 25 bis 30 Probanden empfohlen. Eine größere Nachkommenzahl erhöht die Kosten der Leistungsprüfung für den einzelnen Eber und führt für das Kreuzungssystem zu einer Abnahme des Züchtungsgewinnes.

12. In allen Varianten wird für Pi der höchste Anteil am Züchtungsertrag (47 bis 54 %) ermittelt, begründet durch die kürzere Distanz zum Endprodukt und dem dadurch schnelleren Transfer der genetischen Überlegenheit. Aufmerksamkeit verdient ebenfalls die Betrachtung des über die Rassen aufsummierten Züchtungsertrages für die einzelnen Merkmale im Zuchtziel. Die Ursachen für die prozentuale Abnahme des MFA am Züchtungsertrag ist die veränderte Erfassung der Leistungsmerkmale durch die Verlagerung der Eigenleistungsprüfung. Während im Feld nur die Indexmerkmale LTZ und SSD erfaßt werden, führt die Erfassung der im Zuchtziel befindlichen und höher erblichen Merkmale TZ und FuA als Eigenleistung auf der Station zu einer beträchtlichen Steigerung des Züchtungsertrages für diese Merkmale.

13. Eine Senkung des Anteiles des MFA am Züchtungsertrag entsteht durch die Reduzierung der Erfassungen des Schlachtkörperwertes um die Anzahl der für die Zucht ausgewählten Eber am Ende der Stationsprüfung. Eine nochmalige Reduzierung des MFA-Wertes durch den Einsatz der Jungeber als Ebeväter nach der ersten Selektionsstufe tritt durch den Wegfall der hohen Anzahl an Informationen von Nachkommen in der Feldprüfung bei DE und vor allem Pi auf. Dies kann durch den verkürzten Generationsintervall nicht kompensiert werden.