

GENOTYP-UMWELT-INTERAKTIONEN BEI DER HALTUNG UNTERSCHIEDLICHER GENETISCHER SCHWEINEHERKÜNFTE UNTER KONVENTIONELLEN UND ÖKOLOGISCHEN BEDINGUNGEN

Mastleistung, Schlachtkörperqualität
und Fleischzusammensetzung

Daniela Natascha Werner



INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Dr. agr.
beim Fachbereich Agrarwissenschaften,
Ökotrophologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen



Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2009

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2009

© 2009 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. H. Brandt

Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei der Haltung unterschiedlicher genetischer Schweineherkünfte unter konventionellen und ökologischen Bedingungen

Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines

Dr. agr.

beim Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

DANIELA NATASCHA WERNER

Diplom-Agraringenieurin aus Friedberg/Hessen

Gießen, 2009

**Mit Genehmigung des Fachbereichs Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und
Umweltmanagement der Justus-Liebig Universität Gießen**

Dekan: Prof. Dr. Roland Herrmann

Prüfungskommission

Vorsitzender: Prof. Dr. Steffen Hoy

1. Gutachter: Prof. Dr. Horst Brandt

2. Gutachter: Prof. Dr. Georg Erhardt

1. Prüfer: Prof. Dr. Vladimir Dzapo

2. Prüfer: Prof. Dr. Josef Pallauf

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Januar 2009

Diese Untersuchung wurde im Rahmen des Projektes 03 OE 323 „Prüfung von
Gewebewachstum, Mast- und Schlachtleistung sowie Produktqualität unterschiedlicher
genetischer Herkünfte und deren Eignung für die ökologische Schweinefleischherzeugung“ des
Bundesprogramms Ökologischer Landbau durchgeführt und finanziert.

„Ob man die Mastschweine im Alter von 6–9–12–18 Monaten oder älter verkaufen soll, hängt von der örtlichen Nachfrage ab; je schneller und öfter der Umsatz, desto besser. Bei den gesunkenen Fettpreisen wollen die Schlächter nicht mehr so kernfette Schweine, wie früher, wollen aber ein feindurchwachsenes, saftiges Fleisch. Der Landwirt wird also meistens die beste Rechnung beim Verkaufe junger, halbfetter Schweine finden.“

SCHLIPF, J.A. (1898)

INHALTSVERZEICHNIS

	Verzeichnis der Tabellen	I
	Verzeichnis der Abbildungen	II
	Verzeichnis der Anhänge	II
	Abkürzungen	III
	ZUSAMMENFASSUNG	V
	SUMMARY	VII
1	EINLEITUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHT	3
2.1	Ökologische Schweinemast	3
2.1.1	Verbreitung und Struktur	3
2.1.2	Masttiere	5
2.1.3	Zuchttiere	5
2.1.4	Herkünfte	6
2.1.5	Haltungssysteme	6
2.1.6	Absatz und Vermarktung	7
2.1.7	Einfluss von ökologischer Fütterung und Haltung auf die Mastleistung	8
2.1.7.1	Einfluss der Fütterung	9
2.1.7.2	Einfluss der Haltung	11
2.2	Genotyp-Umwelt-Interaktionen	13
2.2.1	Ursachen und Auswirkungen	13
2.2.2	Statistischer Nachweis von Genotyp-Umwelt-Interaktionen	15
2.2.2.1	Varianzanalyse	16
2.2.2.2	Genetische Korrelation zwischen Umwelten	16
2.2.2.3	Reaktionsnormen-Modell	17
2.2.3	Auftreten von Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei ökologischer und konventioneller Haltung von Nutztieren	18
2.3	Ökologische Zuchtprogramme	20
3	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	23
3.1	Herkünfte und Gruppeneinteilung	23
3.1.1	Besondere Vorkommnisse	24
3.2	Haltung und Fütterung	25
3.2.1	Station Rohrßen	25
3.2.1.1	Konventionelle Haltung	25
3.2.1.2	Ökologische Haltung	25

3.2.1.3	Fütterung	26
3.2.2	Station Neu-Ulrichstein	27
3.2.2.1	Konventionelle Haltung	27
3.2.2.2	Ökologische Haltung	27
3.2.2.3	Fütterung	28
3.3	Erfassung der Leistungs- und Qualitätsparameter	28
3.3.1	Mastleistung	29
3.3.2	Schlachtkörperqualität	30
3.3.3	Fleischzusammensetzung	33
3.4	Statistische Auswertung	33
3.4.1	Varianzanalyse	34
3.4.2	Korrelationen	35
4	ERGEBNISSE	36
4.1	Mastleistung	36
4.2	Schlachtkörperqualität	39
4.3	Fleischzusammensetzung	45
4.4	Phänotypische Korrelationen	47
5	DISKUSSION	49
5.1	Aufbau der Untersuchung	49
5.1.1	Statistische Auswertung	49
5.1.2	Unterschiede zwischen den Stationen anhand der BHZP-Vergleichsgruppe	50
5.1.2.1	Haltung und Fütterung	51
5.1.2.2	Einfluss auf die Mastleistung	51
5.1.2.3	Einfluss auf die Schlachtkörperqualität	53
5.1.2.4	Einfluß auf die phänotypischen Korrelationen	54
5.1.3	Herkünfte	55
5.2	Mastleistung	56
5.2.1	Einfluss von Umwelt und Geschlecht	57
5.2.1.1	Einfluss der Umwelt	57
5.2.1.2	Einfluss des Geschlechts	59
5.2.2	Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten	59
5.3	Schlachtkörperqualität	63
5.3.1	Einfluss von Umwelt und Geschlecht	64
5.3.1.1	Einfluss der Umwelt	64
5.3.1.2	Einfluss des Geschlechts	66
5.3.1.3	Geschlechtsunterschiede zwischen den Herkünften	67
5.3.2	Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten	68

5.4	Fleischzusammensetzung	74
5.4.1	Einfluss von Umwelt und Geschlecht	75
5.4.1.1	Einfluss der Umwelt	75
5.4.1.2	Einfluss des Geschlechts	76
5.4.1.3	Geschlechtsunterschiede zwischen den Herkünften	77
5.4.1.4	Geschlechtsunterschiede zwischen den Umwelten	78
5.4.2	Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten	78
5.5	Phänotypische Korrelationen	80
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN	82
6.1	Genotyp-Umwelt-Interaktionen	82
6.2	Eignung der Herkünfte für die ökologische Schweinemast	82
6.3	Notwendigkeit eines eigenständigen Zuchtprogrammes für die ökologische Schweineproduktion	83
6.4	Weiterer Ansatz	85
7	LITERATURVERZEICHNIS	86
8	ANHANG	99

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 1:	Anzahl ökologischer wirtschaftender Betriebe mit Schweinehaltung sowie Anzahl ökologisch gehaltener Schweine im Bundesgebiet für die Jahre 1999, 2001 und 2003	5
Tabelle 2:	Regelungen der EG-ÖKO-VERORDNUNG 1804/1999 bezüglich der Haltung und Fütterung von Schweinen	9
Tabelle 3:	Modelle zum Nachweis von G-U-Interaktionen und deren Schätzung im jeweiligen Modell	18
Tabelle 4:	Anzahl aufgestallter Tiere nach Station, Herkunft und Durchgang	24
Tabelle 5:	Analysewerte der Inhaltstoffe der verfütterten Rationen pro kg Futterfrischmasse für die Station Rohrsen	26
Tabelle 6:	Analysewerte der Inhaltsstoffe der verfütterten Rationen pro kg Futterfrischmasse für die Station Neu-Ulrichstein	28
Tabelle 7:	Mittelwerte \pm Standardabweichung der Merkmale der Mastleistung nach Herkunft, Umwelt und Station	29
Tabelle 8:	Mittelwerte \pm Standardabweichungen der Merkmale der Schlachtkörperqualität nach Herkunft, Umwelt und Station	32
Tabelle 9:	Mittelwerte \pm Standardabweichungen der Merkmale der Fleischzusammensetzung nach Herkunft und Umwelt	33
Tabelle 10:	Signifikanzen der Einflussfaktoren Geschlecht, Herkunft und Umwelt auf die Merkmale der Mastleistung	36
Tabelle 11:	LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Mastleistung für die einzelnen Herkünfte nach Umwelt	38
Tabelle 12:	Differenz und Signifikanz der Merkmale der Mastleistung für die einzelnen Herkünfte zwischen der ökologischen und der konventionellen Umwelt	38
Tabelle 13:	Signifikanzen der Einflussfaktoren Geschlecht, Herkunft und Umwelt auf die Merkmale der Schlachtkörperqualität und Fleischbeschaffenheit	40
Tabelle 14:	LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Schlachtkörperqualität und Fleischbeschaffenheit für die einzelnen Herkünfte je Umwelt	42
Tabelle 15:	Differenz und Signifikanz der Merkmale der Schlachtkörperqualität für die einzelnen Herkünfte zwischen der ökologischen und der konventionellen Umwelt	44
Tabelle 16:	Signifikanzen der Einflussfaktoren Geschlecht, Herkunft und Umwelt auf die Merkmale der Fleischzusammensetzung	45
Tabelle 17:	LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Fleischzusammensetzung für die einzelnen Herkünfte je Umwelt	46
Tabelle 18:	Differenz und Signifikanz der Merkmale der Fleischzusammensetzung für die einzelnen Herkünfte zwischen der ökologischen und der konventionellen Umwelt	47
Tabelle 19:	Phänotypische Korrelationen ausgewählter Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperqualität nach Umwelten getrennt	48
Tabelle 20:	Auswirkung der ökologischen Haltung und Fütterung auf Futteraufnahme, Zunahme, Fleischanteil und Speckmaße im Vergleich zu konventionellen Haltung und Fütterung nach Herkunft	71

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1: LSQ-Mittelwerte für die tägliche Zunahme und tägliche Futterraufnahme nach Umwelt	58
Abbildung 2: LSQ-Mittelwerte für die tägliche Zunahme und Futterraufnahme nach Geschlecht	59
Abbildung 3: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für die tägliche Zunahme nach Herkunft und Umwelt	60
Abbildung 4: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für die tägliche Futterraufnahme nach Herkunft und Umwelt	61
Abbildung 5: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für die Futterverwertung nach Herkunft und Umwelt	62
Abbildung 6: LSQ-Mittelwerte für den Fleischanteil und das Fett-Fleisch-Verhältnis nach Umwelt	65
Abbildung 7: LSQ-Mittelwerte für den Fleischanteil und das Fett-Fleisch-Verhältnis nach Geschlecht	66
Abbildung 8: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für den Fleischanteil nach Herkunft und Umwelt	70
Abbildung 9: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für das Fleisch-Fett-Verhältnis nach Herkunft und Umwelt	73
Abbildung 10: LSQ-Mittelwerte für den intramuskulären Fettgehalt nach Umwelt	76
Abbildung 11: LSQ-Mittelwerte für den intramuskulären Fettgehalt nach Geschlecht	77
Abbildung 12: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für den intramuskulären Fettgehalt nach Herkunft und Umwelt	79
Abbildung 13: Basis- und Vermehrungszuchtprogramm für die ökologische Jungsauenerzeugung	84

VERZEICHNIS DER ANHÄNGE

Anhang 1: Aufteilung der Prüftiere nach Durchgang, Umwelt, Herkunft und Geschlecht	99
Anhang 2: Tierverluste nach Durchgang und Herkunft	99
Anhang 3: Prozentuale Zusammensetzung der verfütterten Rationen	100
Anhang 4: LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Mastleistung nach Herkunft, Umwelt und Geschlecht	100
Anhang 5: LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Schlachtkörperqualität nach Herkunft, Umwelt und Geschlecht sowie Herkunft*Geschlecht	101
Anhang 6: LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Fleischzusammensetzung nach Herkunft, Umwelt und Geschlecht	103
Anhang 7: Phänotypische Korrelationen ausgewählter Merkmale der Mastleistung und des intramuskulären Fettgehaltes für die einzelnen Herkünfte nach Umwelten getrennt	104
Anhang 8: Signifikanzen der Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperqualität für die BHZP-Vergleichsgruppe	105
Anhang 9: LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Mastleistung der BHZP-Vergleichsgruppe für alle im Auswertungsmodell berücksichtigten Effekte	106
Anhang 10: LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Schlachtkörperqualität der BHZP-Vergleichsgruppe für alle im Auswertungsmodell berücksichtigten Effekte	107
Anhang 11: Differenz und Signifikanz der Merkmale der Schlachtkörperqualität für die BHZP-Vergleichsgruppe zwischen den Prüfumwelten nach Station	109
Anhang 12: Phänotypische Korrelationen der Mastleistung und Schlachtkörperqualität nach Umwelten getrennt für die BHZP-Vergleichsgruppe – Station Neu Ulrichstein	110
Anhang 13: Phänotypische Korrelationen der Mastleistung und Schlachtkörperqualität nach Umwelten getrennt für die BHZP-Vergleichsgruppe – Station Rohrsen	111

ABKÜRZUNGEN

ALZ	Ausschuss für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein
AS	Angler Sattelschwein
Ausschl	Ausschlachtung (%)
Bfab	Fleischanteil im Bauch nach Gruber Formel (%)
BHZP	Schweine aus dem Bundeshybridzuchtprogramm
Bmfa	Fleischanteil nach Bonner Formel (%)
DFD	Dark Firm Dry
DG	Versuchsdurchgang
DUxDL	Duroc x Deutsche Landrasse Kreuzung
Feflk	Fettfläche Kotelett (cm ²)
Ffv	Fleisch-Fett-Verhältnis
Fflk	Fleischfläche Kotelett (cm ²)
Fom	Fleischanteil gemessen mit dem FOM-Gerät
Gft	tägliche Futtermittelaufnahme (kg)
Gfuv	Futtermittelverwertung (kg)
G-U-Interaktion	Genotyp-Umwelt-Interaktion
GV	Großvieheinheiten
GVO	Gentechnisch Veränderte Organismen
IMF	intramuskulärer Fettgehalt (%)
K	Kastraten
KI	Körperlänge (cm)
Konv	konventionell
Lf1	Leitfähigkeit 1 Stunde nach Schlachtung
Lf24	Leitfähigkeit 24 Stunden nach Schlachtung
LPA	Leistungsprüfungsanstalt
LSQ-Mittelwerte	Least Square Mittelwerte
Mean	arithmetisches Mittel
MHS	Malignes Hyperthermie Syndrom
n	Anzahl
n.s.	nicht signifikant
Öko	ökologisch
Opto	Fleischhelligkeit
ÖZW	Ökologischer Zuchtwert
p	Überschreitungswahrscheinlichkeit
pH1k	pH 1 Stunde nach Schlachtung im Kotelett
pH24k	pH 24 Stunden nach Schlachtung im Kotelett
pH24s	pH 24 Stunden nach Schlachtung im Schinken
PixAS	Piétrain x Angler Sattelschwein Kreuzung
PixDE	Piétrain x Deutsches Edelschwein Kreuzung

PlxSH	Piétrain x Schwäbisch Hällisches Schwein Kreuzung
PSE	Pale Soft Exudative
Prankg	Prüfanfangsgewicht (kg)
Prdauer	Prüfdauer (d)
Prekg	Prüfendgewicht (kg)
Rsl	Rückenspeckdicke Lende (cm)
Rsm	Rückenspeckdicke Mitte (cm)
Rsw	Rückenspeckdicke Widerrist (cm)
S	Sauen
Sb	Speckmaß b (cm)
Sgw	Schlachtgewicht warm (kg)
SH	Schwäbisch Hällisches Schwein
Ss	Seitenspeck (cm)
Tzpr	tägliche Zunahme (g)
*	signifikant ($p < 0,05$)
**	hoch signifikant ($p < 0,01$)
***	höchst signifikant ($p < 0,001$)

I Zusammenfassung

Die Forderung nach eigenständigen Zuchtprogrammen für die ökologische Schweinemast basiert auf der Annahme, dass ökologisch gehaltene Schweine andere Eigenschaften als konventionell gehaltene Tiere mitbringen müssen, um gute Leistungen zu erzielen. Sollte dies der Fall sein, müssten bei der Haltung verschiedener Schweineherkünfte unter konventionellen und ökologischen Bedingungen Genotyp-Umwelt-Interaktionen (G-U-Interaktionen) in Form von Rangierungsunterschieden der Herkünfte zwischen den Umwelten auftreten. Dies würde in der Folge ein eigenständiges ökologisches Zuchtprogramm notwendig machen, da die Zuchterfolge in den bisherigen konventionellen Prüfumwelten nicht auf die ökologische Produktionsumwelt übertragbar wären. Das Ziel dieser Untersuchung war es daher, durch die Aufstallung genetisch differenter Schweineherkünfte unter ökologischen und konventionellen Bedingungen das mögliche Auftreten von G-U-Interaktionen aufzudecken und zu analysieren.

Dazu wurden die sieben Herkünfte Bundeshybridzuchtprogramm (BHZP), Schwäbisch Hällisches Schwein (SH), Angler Sattelschwein (AS), Piétrain x SH (PlxSH), Piétrain x AS (PlxAS), Piétrain x Deutsches Edelschwein (PlxDE) und Duroc x Deutsche Landrasse (DUxDL) aufgeteilt in zwei Leistungsprüfungsanstalten (LPA) unter ökologischen und konventionellen Haltungs- und Fütterungsbedingungen aufgestellt. Die Herkunft BHZP wurde in beiden LPA als Kontrollgruppe gehalten. Die ökologische Haltung erfolgte auf beiden Stationen in Außenklimaställen ohne Auslauf, die konventionelle Haltung in planbefestigten Buchten in Dänischer Aufstallung bzw. in Buchten mit Teilsspaltenböden. Die Tiere in der konventionellen Haltung erhielten das Standard LPA Futter, die ökologisch gehaltenen eine zu 100 % aus heimischen Futtermitteln bestehende, selbsthergestellte Ration bzw. ein zugekauftes ökologisches Fertigmischfutter. Alle Tiere wurden ad libitum gefüttert. Daten zur Mastleistung und Schlachtkörperqualität wurden gemäß den ALZ-Richtlinien für die Stationsprüfung beim Schwein erhoben. Alle Schweine wurden mit einem Lebendgewicht von 25–30 kg aufgestellt und bis zu einem Endgewicht von 110–115 kg gemästet. Insgesamt wurden 682 Schweine aufgestellt, davon wurden 280 Schweine ökologisch und 402 Schweine konventionell gehalten und gefüttert. Die statistische Auswertung erfolgte auf Basis der Leistungsdifferenzen der Herkünfte zu den jeweiligen BHZP-Tieren auf der Station. Zur Auswertung der Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung wurde ein varianzanalytisches Modell mit den Einflussfaktoren Rasse, Umwelt, Geschlecht und der Interaktion aus Herkunft und Umwelt und, falls signifikant, anderen 2-Wege Interaktionen als fixen Effekten gewählt.

Bezüglich der Mastleistung wurden höchst signifikante Interaktionen zwischen Herkunft und Umwelt für alle gewählten Merkmale aufgefunden. Verantwortlich dafür waren die Leistungsdifferenzen zwischen den Umwelten, die sich für die eingesetzten Herkünfte unterschieden. Man spricht in diesem Fall von Skalierungseffekten der G-U-Interaktion. Es kam zu keinen Rangfolgeverschiebungen innerhalb der Herkünfte zwischen den Umwelten, alle Herkünfte erzielten in der konventionellen Umwelt die besseren Mastleistungen. Für die täglichen Zunahmen zeigten die alten Rassen SH und AS und deren Kreuzungen mit PI-Ebern die geringsten Differenzen zwischen den Umwelten, die größten Differenzen wurden für die modernen Herkünften BHZP und PlxDE nachgewiesen. Die AS- und DUxDL-Tiere fraßen in der ökologischen Prüfumwelt das meiste Futter und wiesen die größten Differenzen zwischen den

Umwelten für dieses Merkmal auf, alle anderen Herkünfte unterschieden sich nicht signifikant in ihrer Futteraufnahme zwischen den Umwelten.

Für die Schlachtkörperqualität lagen höchst signifikante Interaktionen zwischen Herkunft und Umwelt vor, die ebenfalls auf unterschiedlich hohe Leistungsdifferenzen der Herkünfte zwischen den Umwelten zurückzuführen waren. Die DUxDL- und PIxSH-Schweine wiesen die größten Umweltdifferenzen für die nach Bonner und Gruber Formel berechneten Fleischanteile und die meisten der Speckmaße auf. Die alten Herkünfte AS und SH erzielten in beiden Umwelten den niedrigsten Fleischanteil nach Bonner Formel, die Herkünfte BHZP und PIxDE den höchsten. Bis auf den pH24-Wert gemessen im Schinken lagen keine signifikanten Interaktionen für die Fleischbeschaffenheitsmerkmale vor. Die Fleischbeschaffenheitsmesswerte aller Herkünfte lagen in beiden Prüfumwelten auf einem Niveau bei dem DFD- oder PSE-Mängel ausgeschlossen werden konnten.

Für die Fleischzusammensetzung lagen höchst signifikante Interaktionen zwischen Herkunft und Umwelt vor, die auch aufgrund von Skalierungseffekten zustande kamen. Generell war der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) für die ökologisch gehaltenen und gefütterten Schweine höher. Lediglich die ökologisch gehaltenen PIxAS- und DUxDL-Schweine wiesen einen IMF von über 3 % auf. Die höchste Differenz zwischen den Umwelten für den IMF wurde für die PIxAS-Kreuzungen mit knapp 2 %, die niedrigste für die AS-Reinzuchten mit 0,70 % nachgewiesen.

Aufgrund der nicht aufgetretenen Rangfolgeverschiebungen innerhalb der Herkünfte zwischen den Umwelten bei Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung in der vorliegenden Untersuchung, kann davon ausgegangen werden, dass sich keine der im Versuch eingesetzten Herkünfte besser für die ökologische Schweinemast eignet als die andere. Die Tatsache, dass keine Rangfolgeverschiebungen vorlagen, bedingt auch, dass kein eigenständiges Zuchtprogramm für die ökologische Schweinemast nötig ist, da Herkünfte die in konventionellen Zuchtprogrammen die besten Leistungen erbringen und für die Produktionsstufe ausgewählt werden, diese auch unter ökologischen Bedingungen realisieren können.

II Summary

The demand for special breeding programs for organic pig meat production is based on the assumption that pigs kept under organic conditions do need other biological properties in order to achieve a good performance, when compared to conventionally kept pigs. Should this be the case, Genotype-Environment-Interactions (G-E-Interactions) caused by changes in the ranking of different pig breeds between the two environments should occur, when keeping those breeds under organic and conventional conditions. As a result the breeding success of a breeding program, which is usually achieved under conventional conditions, could not be transferred to organic production environments and a special organic breeding program would be needed. It was the aim of this study to analyze the occurrence of G-E-Interactions by testing the performance of genetically different pigs under conventional and organic conditions.

Therefore animals of the seven pig breeds and breed crosses Bundeshybridzuchtprogramm (BHZP), Schwäbisch Hällisches Schwein (SH), Angler Sattelschwein (AS), Piétrain x SH (PlxSH), Piétrain x AS (PlxAS), Piétrain x Deutsches Edelschwein (PlxDE) and Duroc x Deutsche Landrasse (DUxDL) were kept in two test stations under conventional and organic conditions. BHZP pigs were used as the comparison group for the trial and kept in both stations. Organic pigs in both stations were housed in non insulated stables without access to an outdoor area, conventional pigs were housed in pens with solid or partially slatted floors. Conventionally housed pigs received the standard feed for test stations, organically housed pigs were fed according to organic principles with an on farm diet consisting of home grown feed stuffs only or an organic industrial ready mixed feed. All pigs were fed ad libitum. Performance data and carcass characteristics were collected according to ALZ-guidelines for pig performance tests. Starting weight of all pigs was 25–30 kg and pigs were slaughtered by reaching an end weight of 110–115 kg. A total number of 682 pigs were used for this trial, 280 pigs were kept under organic and 402 under conventional conditions. Statistical analyses were based on performance differences between the different pig breeds and the BHZP comparison group according to the two stations. To analyze the performance data, the carcass quality and meat composition of pigs in this trial an analysis of variance with the fixed factors of breed, environment, sex and the interaction of breed and environment was used. Other two way interactions were included in the model when significant.

Highly significant G-E-Interactions were found for performance characteristics due to unequal performance differences of the breeds between environments, a so called scaling effect of G-E-Interaction. There were no differences in ranking within breeds between the two environments. For all breeds conventionally housed and fed pigs showed better growth performance than organically housed and fed pigs. Differences in daily gain were lowest for the old breeds SH and AS and their crosses with PI-boars, the largest differences in daily gain between environments were found for the modern breeds BHZP and PlxDE. Organic AS- and DUxDL-pigs had the highest feed intake and showed the highest performance differences between environments for this trait. No significant differences between environments for daily feed intake were found for the other breeds.

Highly significant differences were found for carcass characteristics, which were due to unequal performance differences of the breeds between environments as well. DUxDL- and P1xSH-pigs showed the highest performance differences between environments for calculated meat yields and most of the fat measurements. The old breeds AS and SH realized the lowest meat yield in both environments, while BHZP- and P1xDE-pigs realized the highest meat yield in both environments. With exception of the pH24 measurements in the ham no significant G-E-Interactions were found for meat quality parameters in this study. There were no signs of PSE or DFD conditions of the meat.

Highly significant G-E-Interactions were found for meat composition, which again were due to scaling effects. In general the intramuscular fat content (IMF) was higher in organic pigs. Merely organic P1xAS- and DUxDL-pigs showed an IMF which exceeded 3 %. Differences between environments for IMF were highest for P1xAS-pigs (2 %) and lowest for AS-pigs (0.7 %).

Due to non existent differences in ranking whiten breeds between environments for performance, carcass characteristics and meat composition in this study, it can be stated that none of the used breeds in this trial is suited better for organic production than the others. Therefore it can be concluded that no special breeding program for organic pig production is necessary because breeds which realize the best performance in conventional breeding programs will do so under organic production conditions as well.

1 EINLEITUNG

Die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Nahrungsmitteln in Deutschland steigt seit dem Jahr 2001 kontinuierlich. Allein im Jahr 2001 konnte ein Umsatzzuwachs bei ökologisch erzeugten Lebensmitteln von 30 % verzeichnet werden. Entgegen der Annahme, dass sich die Marktanteile ökologischer Lebensmittel in den nachfolgenden Jahren lediglich auf dem Niveau von 2001 festigen würden, stieg der Umsatz bis 2005 um 10–15 % jährlich auf fast 4 Milliarden Euro an (ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH, 2006). Trotz der steigenden Nachfrage nach ökologisch produzierten Lebensmitteln, ist der Marktanteil von Ökoschweinefleisch mit knapp über 1 % verhältnismäßig klein (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2005).

Dieser im Vergleich zu anderen Ökoprodukten relativ niedrige Anteil lässt sich unter anderem auf eine fehlende Profilierung des Produktes „Öko-Schweinefleisch“ zurückführen. Durch den weitestgehenden Einsatz der gleichen genetischen Schweineherkünfte wie in der konventionellen Produktion (KALM *et al.*, 2003) ist eine deutliche Unterscheidung zwischen ökologisch oder konventionell erzeugtem Schweinefleisch kaum möglich. Zusätzlich erschwerend für die wirtschaftliche Produktion marktgängiger ökologischer Schlachtkörper ist die Tatsache, dass die für die Mast unter konventionellen Bedingungen gezüchteten, fleischreichen Genotypen unter den extensiveren und kaum standardisierten Haltungs- und Fütterungsbedingungen der ökologischen Schweinemast weniger befriedigende Mastleistungen und Schlachtkörperqualitäten aufweisen können (SCHÖN & BRADE, 1996).

Laut der Verordnung 1804/1999 der Europäischen Gemeinschaft zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den ökologischen Landbau sollen Tierhalter bei der Wahl der eingesetzten Nutzierrassen oder -linien auf die Fähigkeit der Tiere zur Anpassung an die jeweiligen Umweltbedingungen und somit ihre Vitalität und Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten achten. Dabei sei einheimischen Rassen und Linien der Vorzug zu geben (EG-VO 1804/1999, 1999). Die besondere Hervorhebung des Einsatzes einheimischer Rassen, deren Mehrzahl als alte oder bedrohte Rassen gelten kann, begründet sich zum einen in der Forderung nach dem Erhalt der Diversität landwirtschaftlicher Nutzierrassen. Zum anderen besteht die Annahme, dass solche Herkünfte robuster und daher besser für die Mast unter extensiveren, ökologischen Bedingungen geeignet seien. Bisher erfolgt der Einsatz alter oder bedrohter Rassen in der Schweinemast aber eher in geringem Umfang, da die biologischen Leistungen dieser Herkünfte eine wirtschaftliche Vermarktung kaum möglich erscheinen lassen (LÖSER & DEERBERG, 2004).

In der ökologischen Schweinehaltung sind weitestgehend die gleichen Eigenschaften von Bedeutung wie in der konventionellen Schweinehaltung. Beispielsweise nennt ein Kriterienkatalog von „Anforderungen an einen Ökologischen Zuchtwert für Schweine“ für Sauen Eigenschaften wie eine gute Reproduktionsleistung und eine gute Milchleistung, für Mastschweine die Zunahmen, Futteraufnahme und Futtermittelverwertung sowie den Fleischanteil als wichtige zu berücksichtigende Merkmale (POSTLER, 2003). Abgesehen von der Forderung, die Mütterlichkeit der Sauen sowie die Fleisch- und Fettqualität der Schlachtschweine stärker in

ein eigenes ökologisches Zuchtprogramm für Schweine zu integrieren, stehen die genannten Merkmale ebenso im Fokus der konventionellen Schweinehaltung.

Auch wenn sich die für die ökologische und die konventionelle Schweinezucht und -mast formulierten Ziele entsprechen, könnte das Vorhandensein von Genotyp-Umwelt-Interaktionen (G-U-Interaktionen) ein eigenes Zuchtprogramm für die ökologische Schweinemast erfordern. Sollten sich die Leistungen mehrerer Schweineherkünfte in ihrer Ausprägung so stark zwischen konventioneller und ökologischer Haltung unterscheiden, dass es zu Unterschieden in der Rangierung der Herkünfte zwischen den beiden Umwelten kommt, wäre eine Übertragbarkeit der Zuchterfolge, die in der einen Umwelt erzielt wurden, auf die andere nicht möglich.

Ziel dieser Arbeit ist es daher zu prüfen, ob und in welchem Ausmaß G-U-Interaktionen bei der Haltung verschiedener Schweinerassen unter ökologischen und konventionellen Bedingungen bestehen. Durch den Einsatz von alten, bedrohten und modernen Schweinerassen sowie Hybridherkünften soll außerdem die Eignung der eingesetzten Genotypen für die ökologische Schweinemast bestimmt werden. Die Erhebung der Mastleistung sowie der Schlachtkörper- und Fleischqualität der geprüften Herkünfte soll dazu beitragen, eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Bereitstellung von marktfähigen Schlachtkörpern aus dieser Haltung zu ermöglichen.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Ökologische Schweinemast

2.1.1 Verbreitung und Struktur

Im Jahr 2005 betrug der Anteil ökologisch arbeitender Landwirtschaftsbetriebe in Deutschland 3,5 %. Insgesamt bewirtschafteten diese Betriebe eine Fläche von fast 784 000 ha, was einem Anteil von 4,6 % der gesamten Landwirtschaftsfläche Deutschlands entspricht. Der durchschnittliche ökologische Betrieb hatte eine Fläche von 57 ha, wobei die Landfläche je Betrieb in den neuen Bundesländern fast fünfmal größer war als in den alten Bundesländern (182 vs. 37 ha) (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006). In Bayern fand sich die höchste Anzahl ökologisch wirtschaftender Betriebe, sowie die insgesamt größte ökologische Betriebsfläche aller Bundesländer (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006a). Der Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche im Jahr 2006 war in Brandenburg mit 9,6 % der Gesamtfläche des Landes am höchsten, gefolgt vom Saarland (9,5 %), von Mecklenburg-Vorpommern (8,5 %) und Hessen (7,6 % der Gesamtfläche) (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2006). Über die Hälfte (57 %) der Betriebe des ökologischen Landbaus in Deutschland war zum 01.01.2006 Mitglied eines der acht existierenden Anbauverbände. Der Bioland-Verband war hier mit ca. 4 500 Mitgliedsbetrieben und etwa 36 % der Betriebsflächen der in Verbänden organisierten Landwirte der größte Zusammenschluss (BUND ÖKOLOGISCHE LEBENSMITTELWIRTSCHAFT, 2006).

Im Jahr 2003 lag der Anteil viehhaltender Betriebe im ökologischen Landbau bei 82 %. Im Vergleich zur Rinderhaltung nimmt die Schweinehaltung dabei einen eher geringen Stellenwert ein: Von den 462 000 Großvieheinheiten (GV), die im Jahr 2003 auf den ökologischen Betrieben gehalten wurden, stellten Rinder fast 85 %. Schweine machten lediglich 3,6 % der GV aus, wobei hiervon etwas mehr als die Hälfte auf Mastschweine entfiel (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2007a). Die deutlich ausgeprägten regionalen Schwerpunkte der Schweineproduktion wie sie in der konventionellen Landwirtschaft vorhanden sind, können im ökologischen Landbau nicht gefunden werden. Dennoch ermittelten OSTERBURG und ZANDER (2004) eine Konzentration ökologischer Schweinebestände in einigen Kreisen Norddeutschlands, der Weser-Ems-Region, Hessens und in Teilen Baden-Württembergs. Insgesamt lag der Anteil der ökologisch gehaltenen Schweine in Deutschland im Jahr 2003 bei 0,6 % (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006a). Neuere Daten, die in Zusammenarbeit mit den Kontrollstellen des Ökologischen Landbaus erhoben wurden, geben für das Jahr 2005 einen Anteil von 0,43 % aller Mastschweine sowie 0,40 % aller Zuchtsauen an (ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH, 2007). Im europäischen Vergleich aus dem Jahre 2003 zeigt sich, dass von den in der EU ökologisch gehaltenen 473 000 Schweinen 27 % in Deutschland gehalten wurden. Dänemark und Frankreich lagen an zweiter (17 %) und dritter Stelle (15 %) (PADEL, 2005b).

Daten zu den Betriebsstrukturen in der ökologischen Schweineproduktion in Deutschland gibt es derzeit noch wenige, und es bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Tierzahlen, die in den Untersuchungen veröffentlicht werden. LÖSER & DEERBERG (2004) konnten in Interviews mit 73 ökologisch wirtschaftenden Schweinehaltern aus 11 Bundesländern Daten zu Betriebsgrößen und -strukturen sammeln. Der durchschnittliche Betrieb in dieser Befragung hatte 126 Mastplätze. Fünfundzwanzig der befragten Betriebe hielten nur Mastschweine, 23 arbeiteten im geschlossenen System und produzierten ihre Ferkel selbst. Die in dieser Untersuchung befragten 22 Ferkelerzeuger hatten im Durchschnitt 18 Sauenplätze. Demgegenüber steht eine durchschnittliche Anzahl von lediglich 30–50 Mastplätzen sowie 8–20 Sauen pro Betrieb, die von KALM *et al.* (2003) in einer Befragung von vier Verbänden des ökologischen Landbaus für deren Mitgliedsbetriebe ermittelt wurde. SUNDRUM *et al.* (2004) führten eine Untersuchung zur Qualitätssicherung bei ökologisch erzeugtem Schweinefleisch durch. Für 21 in ihre Untersuchung einbezogene Betriebe gaben sie durchschnittlich 183 Mastplätze an, bei einer Spannweite von 15–800 Plätzen. RAHMANN *et al.* (2004) ermittelten eine durchschnittliche Anzahl von 41 Mastschweinen und 10 Sauen, die im Wirtschaftsjahr 2001/2002 auf den 71 von ihnen befragten Landwirtschaftsbetrieben gehalten wurden. Zu etwas höheren Zahlen gelangte DANIEL (2006), der für eine Betriebszweigauswertung des Wirtschaftsjahres 2004/2005 26 ökologisch wirtschaftende Betriebe mit Schweinehaltung befragte. Er fand eine durchschnittliche Anzahl von 199 Mastplätzen bei einer Spannweite von 45–450 Plätzen vor. Die Hälfte der in diese Auswertung einbezogenen Betriebe arbeitete im geschlossenen System und hatte im Durchschnitt 37 Sauenplätze.

Aus den Daten der Agrarstrukturerhebung von 2005 (Tabelle 1) kann für das Jahr 2003 eine durchschnittliche Anzahl von 60 Schweinen je ökologisch wirtschaftendem Schweinehaltungsbetrieb errechnet werden. Eine Unterscheidung zwischen Sauen und Mastschweinen kann aufgrund der Datenbasis nicht getroffen werden. Beim Vergleich dieser Daten zwischen alten und neuen Bundesländern wird jedoch deutlich, dass auch in der ökologischen Tierhaltung die in der Landwirtschaft auftretenden Strukturunterschiede zwischen alten und neuen Bundesländern wiederzufinden sind. In den neuen Bundesländern wurde im Jahr 2003 auf ca. 14 % der in Deutschland ökologisch wirtschaftenden Schweinehaltungsbetriebe fast ein Drittel des gesamten ökologischen Schweinebestandes gehalten. Dies spiegelt sich in der durchschnittlichen Anzahl von 142 Schweinen je Betrieb wider. Des Weiteren zeigt der Vergleich, dass die Anzahl der ökologischen Betriebe sowie die durchschnittliche Anzahl der Schweine je Betrieb zwischen 1999 und 2003 angestiegen sind. Dies war jedoch hauptsächlich auf das Wachstum in den neuen Bundesländern zurückzuführen.

Tabelle 1: Anzahl ökologischer wirtschaftender Betriebe mit Schweinehaltung sowie Anzahl ökologisch gehaltener Schweine im Bundesgebiet für die Jahre 1999, 2001 und 2003

	Jahr	Anzahl Betriebe	Anzahl Schweine	Schweine je Betrieb
Deutschland	1999	2 386	117 061	49
	2001	2 377	140 782	59
	2003	2 431	144 882	60
Früheres Bundesgebiet	1999	2 131	90 283	42
	2001	2 112	108 245	51
	2003	2 098	97 562	47
Neue Länder	1999	255	26 778	105
	2001	265	32 537	123
	2003	333	47 320	142

STATISTISCHES BUNDESAMT (2006a)

2.1.2 Masttiere

Laut EG-Verordnung 1804/1999 (EG-VO 1804/1999, 1999) ist der Zukauf konventioneller Ferkel für die ökologische Schweinemast seit Januar 2004 nicht mehr gestattet. Hierdurch kam es teilweise zu Versorgungsengpässen, die aber zum Teil durch Importe, insbesondere aus Dänemark, gedeckt wurden. Dies mündete zeitweise in ein Überangebot an ökologisch erzeugten Ferkeln (WENDT *et al.*, 2004). Laut LÖSER & BUSSEMAS (2006) wurden aber im Jahr 2006 kaum mehr Ferkel aus den deutschen Nachbarländern exportiert, da die Ferkel dort selbst für die Mast benötigt wurden. Nach Schätzungen von LÖSER (2006) stieg der ökologische Sauenbestand in Deutschland von etwa 9 250 im Jahr 2005 auf 11 650 im Jahr 2006 an. Dieser erzeugte 165 000–170 000 Mastschweine. Ob der Bedarf an ökologisch erzeugten Ferkeln in Deutschland aktuell teilweise aus Importen gedeckt wird und wenn ja, in welcher Höhe, ist mangels gesicherter Daten nicht bekannt. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass im Zuge der Umstellung besonders größerer Sauenbetriebe in Ostdeutschland kaum mehr Engpässe bei der Versorgung mit Ferkeln auftreten werden.

2.1.3 Zuchttiere

Problematischer als die Versorgung mit ökologischen Mastferkeln scheint die Verfügbarkeit ökologischer Zuchttiere zu sein. Die Ausnahmeregelung der EG-ÖKO-Verordnung, die ökologischen Betrieben den Zukauf konventioneller Zuchtferkel erlaubte, lief Mitte des Jahres 2006 aus. Betriebe können seitdem lediglich mit einer Ausnahmegenehmigung bis zu 20 % ihres Sauenbestandes mit konventionell erzeugten Jungsauen ergänzen.

Dies gilt jedoch nur, wenn nachgewiesen ist, dass keine Tiere aus ökologischer Haltung verfügbar waren. Einzelne kleinere Unternehmen in der Schweinezuchtbranche bieten zwar ökologisch erzeugte Jungsaunen an, eine ausreichende Versorgung ist zurzeit jedoch noch nicht gegeben.

2.1.4 Herkünfte

In der ökologischen Schweinehaltung werden weitestgehend die gleichen Herkünfte eingesetzt wie in der konventionellen Produktion. In einer Befragung von 22 ökologischen Ferkelerzeugern identifizierten LÖSER & DEERBERG (2004) Sauen der Deutschen Landrasse und deren Zweilinienkreuzungen mit Ebern der Rassen Deutsches Edelschwein, Piétrain oder Duroc als dominierende Mutterrasse. Der Anteil sogenannter alter Rassen, die in Reinzucht als Mutterlinie gehalten wurden, betrug ca. 21 % und war somit recht hoch. Zu diesen alten Rassen zählten das Schwäbisch Hällische Schwein (16 %), das Angler Sattelschwein (3 %) und das Bunte Bentheimer (3 %) Schwein. Es wurden zudem 15 verschiedene Sauengrundlagen genannt, sodass die Vielfalt der eingesetzten Genetiken auf der Sauenseite relativ groß war. Auf der Vaterseite kamen in fast 83 % der Kreuzungen Piétrain-Eber zum Einsatz, was ein deutlicher Hinweis auf die Betonung des Fleischanteiles ist – auch in der ökologischen Schweinemast.

2.1.5 Haltungssysteme

Zu Art und Verbreitung unterschiedlicher Haltungssysteme bei Mastschweinen in der ökologischen Landwirtschaft gibt es nur wenige Angaben. Grundsätzlich ist zu unterscheiden, ob die Schweine in Altgebäuden oder in neu errichteten Stallungen gehalten werden. Dies ist von Bedeutung, da für Altgebäude, die vor dem 24. August 2000 erbaut und als Schweinestall genutzt wurden, laut EG-ÖKO-Verordnung Ausnahmen bezüglich des Vorhandenseins von Ausläufen bis Dezember 2010 zugelassen werden können. Für Stallgebäude, die nach diesem Datum errichtet wurden, gelten die Regelungen der EG-ÖKO-Verordnung in vollem Umfang (EG-VO 1804/1999, 1999).

SUNDRUM *et al.* (2004) identifizierten bei der Mehrzahl der in ihrer Untersuchung befragten Betriebe die Systeme als Tiefstreuhaltung mit Matratzeneinstreu. Diese Systeme wurden hauptsächlich in Altgebäuden durchgeführt, die als Warmstall konzipiert waren. Varianten der Dänischen Aufstallung kamen bei vier der Betriebe zum Einsatz. Die Freilandhaltung wurde lediglich von einem der befragten Mäster angewendet. Auf sieben der insgesamt 21 befragten Betriebe stand den Schweinen ein Auslauf zur Verfügung. LÖSER & DEERBERG (2004) teilten die Haltungsvarianten von Mastschweinen bei den von ihnen befragten 73 Landwirten in Stall-, Freiland- und Hüttenhaltung ein, die in abnehmender Häufigkeit von den Betrieben durchgeführt wurden. Es herrschte die Haltung auf planbefestigten Böden vor. Da der durchschnittliche Strohverbrauch zwischen 100 und mehr als 300 kg Stroh pro erzeugtem Mastschwein lag, kann davon ausgegangen werden, dass ein großer Anteil dieser Ställe als Tiefstreustall konzipiert war.

Die Freilandhaltung von Schweinen ist in Deutschland insgesamt wenig verbreitet. Insbesondere Mastschweine werden kaum im Freiland gehalten, während die zeitweise Freilandhaltung von Sauen häufiger praktiziert wird. In Großbritannien wird im Vergleich dazu ein verhältnismäßig großer Anteil an Sauen von etwa 30 % im Freiland gehalten (BROWNLOW, 2006).

2.1.6 Absatz und Vermarktung

Seit der Markt für ökologische Lebensmittel allein im Jahr 2001 – hauptsächlich bedingt durch Lebensmittelskandale bei konventionellen Produkten – einen Umsatzzuwachs von 30 % verzeichnen konnte, steigt die Nachfrage nach ökologisch produzierten Lebensmitteln kontinuierlich. Entgegen der Annahme, dass sich der Marktanteil ökologischer Lebensmittel in den nachfolgenden Jahren lediglich auf dem Niveau von 2001 festigen würde, stieg der Umsatz mit ökologisch produzierten Lebensmitteln bis zum Jahr 2005 um 10–15 % jährlich auf fast 4 Milliarden Euro an (ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH, 2006). Im Jahr 2006 entsprach der Umsatzanteil ökologischer Lebensmittel mit ca. 4,5 Milliarden Euro etwa 3 % des Gesamtumsatzes des deutschen Lebensmittelmarktes (BÖLW, 2007).

Traditionell sind Angebot und Nachfrage ökologischer Lebensmittel bei pflanzlichen Produkten höher als bei tierischen Lebensmitteln. Besonders Kartoffeln werden am Markt abgesetzt, gefolgt von sonstigem Gemüse und Brot (ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH, 2006a). Im Segment der tierischen Öko-Lebensmittel haben Molkereiprodukte und Eier einen höheren Umsatzanteil als Fleisch und Fleischwaren. Im Jahr 2004 etwa lag der Umsatzanteil ökologischer Molkereiprodukte zwischen 2 und 6 % (Käse bzw. Frischmilch), während lediglich je 1 % des verkauften Fleisches und der Fleischwaren aus ökologischer Produktion stammten (OEKOLANDBAU, 2006). Die Erzeugung ökologischen Rind- und Lammfleisches ist weiter verbreitet als die ökologische Schweinefleischproduktion. Dies ist begründet in staatlichen Fördermaßnahmen des ökologischen Landbaus im Bereich der Grünlandwirtschaft sowie in der finanziell günstigeren Erzeugungsmöglichkeiten aufgrund der niedrigeren Futterkosten. Zudem ist die ökologische Schweinefleischproduktion auf die Verfütterung des teuren Öko-Getreides und anderer Zusatzfuttermittel angewiesen. So betrug etwa der Anteil ökologisch produzierten Rindfleisches an der produzierten Gesamtmenge von Rindfleisch in Deutschland im Jahr 2003 etwa 3,6 %, während dieser Anteil für Schweinefleisch bei lediglich 0,4 % lag (BEUKERT & SIMONS, 2006). Eine ähnliche Verteilung auf die Fleischarten kann beim Absatz am Markt beobachtet werden. So stammten im Jahr 2004 schätzungsweise 7–8 % des verkauften Rindfleisches aus ökologischer Erzeugung, während dieser Anteil für Schweinefleisch bei 1,3 % und für Geflügelfleisch bei 2,7 % lag. Mit etwa 41 % an den Gesamtausgaben für ökologisch produziertes Fleisch inklusive Fleischwaren nahm Rindfleisch den größten Teil ein, gefolgt von Wurstwaren (31 %). Geflügel machte 12 % an den Gesamtausgaben aus, erst dann kam Schweinefleisch mit 8 % (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2005).

Insgesamt nimmt Schweinefleisch in der ökologischen Vermarktung eine eher untergeordnete Rolle ein. Dies steht im Gegensatz zu den Verhältnissen am konventionellen Fleischmarkt, wo Schweinefleisch mit 4,6 Millionen Tonnen, die im Jahr 2006 aus gewerblichen Schlachtungen stammten, etwa 68 % der gesamt erzeugten Menge an Fleisch in Deutschland ausmachte. Rind- und Kalbfleisch bzw. Geflügelfleisch machten 17 bzw. 15 % aus (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2007). Auch bei dem durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch von Fleisch, der im Jahr 2006 schätzungsweise insgesamt 60,3 kg betrug, steht Schweinefleisch mit 39,4 kg an erster Stelle und macht damit etwa 65 % des gesamten Fleischverbrauches aus. Es folgen Geflügel mit 10 kg (17 %) und Rind- und Kalbfleisch mit 8,8 kg (15 %) (DEUTSCHER BAUERNVERBAND, 2007).

WENDT *et al.* (2004) sehen als Grund für die Unterschiede bei Nachfrage und Konsum von Schweine- und Rindfleisch konventioneller oder ökologischer Herkunft die unterschiedlich hohen Preisdifferenzen, die zwischen den so erzeugten Waren bestehen. Während der Preisunterschied zwischen konventionell und ökologisch erzeugtem Schweinefleisch je nach Teilstück zwischen 70 und 90 % betragen kann, liegen die Preisunterschiede für die wertvollsten Rindteilstücke wie Rinderfilet und Kalbsschnitzel zwischen konventionell und ökologisch erzeugter Ware lediglich bei 30 %.

Etwa 30 % des in Deutschland verkauften ökologischen Fleisches werden direkt vom Erzeuger über Hofläden oder Wochenmärkte vermarktet. Der Absatz über Metzgereien liegt mit einem Anteil von ca. 26 % an zweiter Stelle der Verkaufsstätten (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2005). Der Naturkostfachhandel sowie der konventionelle Lebensmitteleinzelhandel nehmen Umsatzanteile von 23 bzw. 20 % ein. Trotz des steigenden Engagements des Lebensmitteleinzelhandels im Ökobereich lag der Anteil von Fleisch und Fleischwaren aus ökologischer Produktion am Gesamtumsatz in diesem Segment bei nur 0,6 %.

In der Werbung für ökologisches Schweinefleisch wird zwar der Fokus auf Haltung und Fütterung der Tiere gelegt, die Rasse der gemästeten Schweine ist bisher als Marketingsinstrument lediglich bei der Direktvermarktung und in seltenen Fällen bei Produkten mit Spezialitätencharakter (z.B. Fleisch vom Schwäbisch-Hällischen Schwein, Schinken vom Iberischen Schwein) von Interesse. Dennoch sind explizite Angaben, die die Art der Haltung der Schweine betreffen, wie beispielsweise bei der Kennzeichnung von Eiern, lediglich bei der Direktvermarktung aufzufinden. So beschränken sich Aussagen bezüglich der Haltung der Tiere, die Verbraucher zum Kauf ökologisch produzierten Fleisches innerhalb des Einzelhandels animieren sollen, auf den Hinweis einer artgerechten Tierhaltung.

2.1.7 Einfluss von ökologischer Fütterung und Haltung auf die Mastleistung

Die biologischen Leistungen in der ökologischen Schweinemast sind aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen niedriger anzusetzen als in der konventionellen. Ausschlaggebend für das niedrigere Leistungsniveau sind die Regelungen, die die Haltung und Fütterung der Tiere im ökologischen Landbau betreffen. Die wichtigsten Punkte der EG-VO 1804/1999 der Europäischen Gemeinschaft zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den ökologischen

Landbau bezüglich der Haltung und Fütterung von Schweinen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Regelungen der EG-ÖKO-VERORDNUNG 1804/1999 bezüglich der Haltung und Fütterung von Schweinen

Fütterung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fütterung vorzugsweise mit betriebseigenen Futtermitteln ▪ alleiniger Einsatz von ökologisch erzeugten Futtermitteln (bis Ende 2007 waren bis zu 15 % konventionelle Zukaufsfuttermittel in der pro Jahr verfütterten Trockenmasse erlaubt) ▪ ständige Verfügbarkeit von Raufutter ▪ Verbot von Futtermitteln die unter Verwendung von GVO oder GVO-Derivaten hergestellt wurden ▪ keine Supplementierung mit synthetischen Aminosäuren
Haltung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Allen Säugetieren ist Weide- und Freigeländezugang oder Auslauf zu gewähren, [...] es müssen Auslauflächen zum Misten und Wühlen vorhanden sein (in bestimmten Fällen gelten Ausnahmeregelungen bis Dezember 2010) ▪ Liege-/Ruheflächen müssen eingestreut sein ▪ Die Endmast von [...] Schweinen [...] für die Fleischerzeugung darf in Stallhaltung erfolgen, sofern die ausschließlich im Stall verbrachte Zeit nicht mehr als ein Fünftel der gesamten Lebensdauer der Tiere und auf jeden Fall nicht mehr als längstens drei Monate ausmacht ▪ Mastschweine bis 110 kg 1,3 m² Stallfläche, 1 m² Außenfläche

2.1.7.1 Einfluss der Fütterung

Neben dem genetisch veranlagten Ansatzvermögen ist der Haupteinflussfaktor auf das Wachstum von Schweinen die Versorgung mit Energie, Rohprotein und vor allem der Anteil der erstlimitierenden Aminosäuren Lysin, Methionin und Cystin sowie Threonin und Tryptophan und deren Verhältnis zueinander. So konnte nachgewiesen werden; dass reduzierte Rohproteingehalte keinen Einfluss auf das Wachstum und die Schlachtkörperqualität von Schweinen haben, wenn die Zufuhr mit essenziellen Aminosäuren sichergestellt wird (KERR *et al.*, 1995; TUITOEK *et al.*, 1997; KERR *et al.*, 2003). Ein Mangel an essenziellen Aminosäuren in der Schweinefütterung hingegen hat verminderte tägliche Zunahmen, eine schlechtere Futtermittelverwertung sowie einen verminderten Fleischansatz zur Folge (KERR *et al.*, 1995; RUSUUNEN *et al.*, 2007). Allerdings kann aufgrund eines höheren Fettansatzes, der durch eine reduzierte Protein- bzw. Aminosäureversorgung bedingt sein kann, eine Erhöhung des intramuskulären Fettgehaltes beobachtet werden (CISNEROS *et al.*, 1996; WITTE *et al.*, 2000; D'SOUZA *et al.* 2002; KATSUMATA *et al.*, 2005).

Aufgrund seines hohen Proteingehaltes und seines günstigen Aminosäuremusters, das dem angestrebten Verhältnis der erstlimitierenden Aminosäuren von Lysin : Methionin + Cystin : Threonin : Tryptophan mit 1 : 0,6 : 0,6 : 0,2 fast entspricht, stellt Sojaschrot den wichtigsten Proteinlieferanten dar. In der ökologischen Schweinehaltung ist der

Einsatz von Sojaextraktionsschrot aufgrund der Art der chemischen Bearbeitung nicht gestattet. Des Weiteren ist ein erheblicher Anteil des weltweit angebauten Sojas mittels gentechnisch veränderter Organismen (GVO) gezüchtet worden (NOWACK-HEIMGARTNER & OEHEN, 2003). Da der Anteil an konventionell erzeugten Zukaufsfuttermitteln in der ökologischen Tierhaltung laut der EG-ÖKO-VERORDNUNG 2092/91 (1991) schrittweise bis zum Jahr 2010 auf 5 % der jährlich verfütterten Trockenmasse reduziert werden soll, müssen verstärkt alternative Eiweißquellen eingesetzt werden. Diese müssen zunehmend aus heimischer Produktion stammen.

PADEL (2005a) stellte die Anzahl an ökologisch gehaltenen Tieren und die ökologisch bewirtschaftete Fläche in Europa der Jahre 2002 und 2003 gegenüber und errechnete, dass die angebaute Fläche theoretisch ausreichende Kapazitäten bieten würde, um alle Tiere in ökologischer Haltung mit einer zu 100 % aus ökologischen Futtermitteln bestehenden Ration zu füttern. Praktisch sind aber die Hauptanbauregionen ökologischen Getreides nicht automatisch die Regionen mit einem hohen Anteil ökologischer Tierhaltung, sodass es durchaus zu einem Ungleichgewicht zwischen Anbau und Verfütterung kommen könnte. Bei einer ausreichenden Versorgung mit ökologisch angebauten Getreide und Leguminosen, weisen die zur Verfügung stehenden qualitativ hochwertigen Rohproteinträger wie z.B. Soja oder Fischmehl in der EU laut PADEL (2005b) ein Defizit von ca. 9 % des errechneten Bedarfs auf.

Der Vergleich verschiedener Einweißfuttermittel zeigt, dass bei den am häufigsten eingesetzten heimischen Futtermitteln wie Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen besonders Methionin und Cystin in Mangel geraten können (ZOLLITSCH *et al.*, 2000). Zum Ausgleich dieses Mangels stand bisher Kartoffeleiweiß zur Verfügung, dessen Bezug aber weitestgehend aus konventionellen Quellen erfolgte und daher in Zukunft kaum mehr möglich sein wird. Des Weiteren können Unterschiede bezüglich des Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes im ökologischen Landbau die Nährstoffgehalte und -zusammensetzung der so angebauten Pflanzen beeinflussen. So wurde festgestellt, dass die Rohproteingehalte ökologisch angebauten Getreides niedriger waren als bei konventionell angebauten; oftmals ist der Gehalt an essenziellen Aminosäuren aber höher (GRANSTEDT & KJELLENBERG, 1996; WOESE *et al.* 1997; MAGKOS *et al.*, 2003).

Neben dem Gehalt an Aminosäuren ist die Verdaulichkeit der organischen Substanz der Futtermischung bestimmend für die Leistung von Schweinen. Für Mastschweine soll die Verdaulichkeit der organischen Substanz während der gesamten Mastphase im Mittel bei 80 % liegen (KIRCHGESSNER, 1997). Die Verdaulichkeit der Futtermischung oder ihrer Einzelkomponenten wiederum kann durch einen hohen Anteil an schwer verwertbaren Rohfaserfraktionen beeinflusst werden. Diese gelangen beispielsweise über das Raufutter, das ökologisch gehaltenen Schweinen täglich zur Verfügung stehen soll, in die Ration (STANOGLIAS & PEARCE, 1985; KIRCHGESSNER, 1997; MEISTER, 2004). Des Weiteren können antinutritive Inhaltsstoffe, die insbesondere in Leguminosen vorkommen, einen negativen Einfluss auf die Verwertbarkeit der verfütterten Rationen ausüben (zusammengefasst bei LOSAND *et al.*, 2003).

Den Einfluss der Fütterung ausschließlich heimischer Proteinträger aus ökologischem Anbau auf die Produktionsleistung von Mastschweinen untersuchten WEISSMANN *et al.* (2005),

SUNDRUM *et al.* (2000) sowie BÜTFERING (2000). Beim Vergleich einer Ration, die Ackerbohnen, Erbsen und Lupine als Eiweißträger beinhaltete, mit einer Ration, die unter anderem Sojabohnen und Sojakuchen enthielt, konnten WEISSMANN *et al.* (2005) keine signifikanten Unterschiede in der Mastleistung feststellen. SUNDRUM *et al.* (2000) verglichen drei zu 100 % aus heimischen ökologischen Futtermitteln bestehende Rationen mit einer herkömmlichen konventionellen Ration, bei der die Aminosäuren in synthetischer Form zugeführt wurden. Die Versorgung mit Aminosäuren wurde bei den ökologischen Rationen jeweils mit Kartoffeleiweiß und Bohnen, mit Erbsen und Lupinen oder Bohnen und Lupinen sichergestellt. Sowohl die Mastleistung als auch die Schlachtkörperqualität waren bei konventioneller Fütterung und dem Einsatz der ökologischen Ration mit Kartoffeleiweiß besser. Der intramuskuläre Fettgehalt hingegen lag in den Fütterungsgruppen mit Leguminosen als alleinigem Proteinträger höher. BÜTFERING (2000) verglich eine konventionelle Getreide-Eiweißkonzentrat-Mischung mit einer reinen Getreide-Leguminosen und einer Getreide-Ackerbohnen-Raps-Kartoffeleiweiß-Mischung. Zusätzlich wurde der Einfluss von Maissilage als Raufutter zur letztgenannten Ration untersucht. Die reine Getreide-Leguminosen-Ration hatte im Vergleich zu den anderen Rationen niedrigere Mastleistungen und Fleischanteile zur Folge, führte aber zu einem signifikant höheren intramuskulären Fettgehalt von 2,65 %.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Fütterung von Mastschweinen nach ökologischen Richtlinien in den meisten Fällen die Mastleistung und Schlachtausbeute verringern wird. Sie kann aber dazu geeignet sein, den intramuskulären Fettgehalt des Fleisches zu erhöhen.

2.1.7.2 Einfluss der Haltung

Über den Einfluss der Haltung auf die Leistung von Mastschweinen kann pauschal keine Aussage getroffen werden. Einzelfaktoren – die in der praktischen Schweinehaltung meist unterschiedlich kombiniert sind – wie die Haltung in der Aufzuchtphase, das Vorhandensein bzw. die Größe von Auslaufflächen, Einstreu, Gruppengröße und Umgebungstemperatur beeinflussen die Mastleistung und die Schlachtkörperqualität. Die ökologische Schweinemast unterscheidet in der Haltung primär in den Faktoren Fläche, Einstreu und in manchen Fällen der Temperatur.

Der Einfluss des Flächenangebotes und des Proteingehalts im Futter auf die Leistung von Mastschweinen wurde von BRUMM & MILLER (1996), EDMONDS & BAKER (2003) und HAMILTON *et al.* (2003) untersucht. In allen Versuchen fraßen Schweine bei niedrigerem Platzangebot weniger und hatten geringere tägliche Zunahmen. Das Flächenangebot beeinflusste die Futtermittelverwertung und die Schlachtkörperqualität in unterschiedlichem Maße. Allerdings waren die den Schweinen zur Verfügung gestellten Flächen selten mit ökologischen Bedingungen vergleichbar, da sie sich an Werten orientierten, wie sie für die konventionelle Haltung üblich sind (0,56 bis 1,12 m² pro Tier). Im Gegensatz dazu untersuchten GENTRY *et al.* (2002b) die Leistung von Mastschweinen bei einem erheblich höheren Platzangebot (0,90 vs. 9,45 m² pro Tier). Sie stellten fest, dass sich das 10-fach größere Platzangebot zwar positiv auf die Bewegungsaktivität der Schweine auswirkte, aber weder auf die Mastleistung noch auf die Schlachtkörperqualität einen Einfluss hatte. Im Zusammenhang mit den Ergebnissen anderer

Untersuchungen (LEWIS *et al.*, 1989; ENFÄLT *et al.*, 1993) kann schlussgefolgert werden, dass ein stark erhöhtes Platzangebot und eine höhere Bewegungsaktivität allein keinen Einfluss auf die Mastleistung und Schlachtkörperqualität von Schweinen haben.

Bei der Haltung von Schweinen in Außenklimaställen und bei der Freilandhaltung kann es im Tages- und Jahresverlauf zu erheblichen Temperaturschwankungen kommen. Diese Temperaturschwankungen wirken sich in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Umgebungstemperatur zunächst auf die Futteraufnahme und somit vorrangig auf die Mastleistung der Tiere aus. So nehmen Schweine bei hohen und ansteigenden Temperaturen weniger Futter auf, was zu niedrigeren täglichen Zunahmen führt. Bei niedrigen und sinkenden Temperaturen hingegen steigt die Futteraufnahme (LOPEZ *et al.*, 1991; QUINOU *et al.*, 2000; LEBRET *et al.*, 2002). Die Ergebnisse von Untersuchungen, die die Freiland bzw. Außenklimastallhaltung mit einer üblichen Stallhaltung von Schweinen verglichen, unterscheiden sich unter anderem aufgrund unterschiedlicher klimatischer Bedingungen erheblich. So konnten beispielsweise MORRISON *et al.* (2006) bei dem Vergleich eines Mastdurchganges von Schweinen in einem Außenklimastall trotz Extremtemperaturen zwischen -22 °C bis 30 °C , mit einer konventionellen Stallhaltung keine Unterschiede in den täglichen Zunahmen und der Sensorik des Fleisches von Mastschweinen finden. HONEYMAN & HARMON (2003) stellten beim Vergleich eines ähnlich konzipierten Außenklimastalles mit einer konventionellen Stallhaltung über einen Zeitraum von drei Jahren fest, dass sich für die im Sommer gemästeten Schweine die täglichen Zunahmen als einziges Merkmal signifikant zwischen den beiden Haltungssystemen unterschieden. Im Winterhalbjahr hingegen fraßen die Schweine im Außenklimastall mehr Futter, hatten eine schlechtere Futterverwertung und einen schlechteren Fleischansatz, die täglichen Zunahmen jedoch unterschieden sich nicht. BREMERMAN (2001) stellte fest, dass im Freiland gemästete Schweine aufgrund einer höheren täglichen Futteraufnahme schneller zunahmen, die Fleischanteile allerdings niedriger waren als bei Schweinen in einer Stallhaltung. STERN *et al.* (2003) hingegen ermittelten für im Sommer im Freiland gemästete Schweine bei Ad-libitum-Fütterung bessere tägliche Zunahmen und einen höheren Fleischanteil. Entgegen der bei Verbrauchern weit verbreiteten Annahme, dass alternativ und besonders im Freiland gehaltene Schweine eine bessere Fleischqualität aufweisen, konnten STERN *et al.* (2003) in dieser Studie keinen Unterschied bei der Fleischbeschaffenheit der im Freiland gemästeten Schweine im Vergleich zu konventionell gehaltenen Schweinen feststellen.

Die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen zur Fleischbeschaffenheit bzw. Fleischqualität und zur Sensorik des Fleisches von Schweinen bei alternativer und konventioneller Haltung und Fütterung ergeben kein einheitliches Bild bezüglich der Ausprägung der dazu erhobenen Merkmale (ENFÄLT *et al.*, 1997; BEATTIE *et al.*, 2000; GENTRY *et al.*, 2002a; MICKLICH *et al.*, 2002; STERN *et al.*, 2003, OLSEN *et al.*, 2003; GENTRY *et al.*, 2004; LAMBOOIJ *et al.*, 2004). Allerdings muss bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Untersuchungen immer berücksichtigt werden, wie die Fütterung der Versuchstiere erfolgte. GENTRY *et al.* (2004) fanden in ihren Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede für die Fleischbeschaffenheit von Schweinen aus einer Freilandhaltung im Vergleich zu konventionell gehaltenen Schweinen. BEATTIE *et al.* (2000) stellten beim Vergleich einer Spaltenbodenhaltung mit der Haltung in

angereicherten Buchten fest, dass die Scherkraft und die Kochverluste des Fleisches der alternativ gehaltenen Schweine geringer waren. Sie führten dies auf einen eventuell höheren intramuskulären Fettgehalt zurück. ENFÄLT *et al.* (1997) hingegen kamen zu dem Ergebnis, dass sowohl die Scherkraft als auch Tropfsaftverluste des Fleisches von im Freiland gehaltenen Schweinen höher waren, während sich der intramuskuläre Fettgehalt geringer ausprägte. Dies führte zu einer schlechteren sensorischen Bewertung des Fleisches dieser Tiere.

Die Wechselwirkung von ökologischer und konventioneller Aufstallung und Fütterung wurde von MILLET *et al.* (2004) in einer Untersuchung überprüft, bei der ökologisch und konventionell gehaltene Schweine sowohl mit konventionellem als auch ökologischem Futter gefüttert wurden. Weder für die Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperqualität noch für die Fleischbeschaffenheit konnten die Autoren signifikante Interaktionen zwischen ökologischer bzw. konventioneller Unterbringung und Fütterung feststellen. Die Mastleistung wurde von einer rein ökologischen Haltung und Fütterung der Schweine kaum negativ beeinflusst. Allerdings zeigten sowohl die ökologische Haltung als auch die Fütterung als Einzelfaktoren einen Einfluss auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass aufgrund der stark differierenden Haltungsarten in der ökologischen Schweinemast und den geografischen Gegebenheiten keine eindeutige Aussage über den Einfluss der ökologischen Haltung von Mast Schweinen auf deren Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität getroffen werden kann.

2.2 Genotyp-Umwelt-Interaktionen

2.2.1 Ursachen und Auswirkungen

Die Leistungen, die Nutztiere erbringen, werden von genetischen und umweltbedingten Faktoren beeinflusst. Wie gut ein Nutztier das genetisch festgelegte Leistungspotenzial ausschöpfen kann, hängt unter anderem von seiner Fähigkeit ab, sich an die gegebenen Umweltbedingungen anzupassen. Die Anpassungsfähigkeit der phänotypischen Leistungsausprägung an die vorhandenen Umweltbedingungen wird als „Phenotypic Plasticity“ beschrieben (BRADSHAW, 1965). Unterschiede in der Anpassungsfähigkeit von Nutztieren können dazu führen, dass sich die Leistungen verschiedener Genotypen zwischen Umwelten unterscheiden. Man spricht in diesem Fall von einer Genotyp-Umwelt-Interaktion (G-U-Interaktion) (FALCONER, 1952).

Für das Zustandekommen von G-U-Interaktionen können zwei Erklärungsansätze herangezogen werden (FALCONER & MACKAY, 1996):

1. Die ausgeprägten Leistungen von Nutztieren in verschiedenen Umwelten treten als unterschiedliche Reaktion derselben Gene auf verschiedene Umweltbedingungen auf.
2. In verschiedenen Umwelten kommen unterschiedliche Gene zur Wirkung.

Auftreten und Ausprägung von G-U-Interaktionen hängen sowohl von den Unterschieden zwischen den Genotypen als auch den Unterschieden zwischen den Umwelten ab. Bei großen

Unterschieden zwischen Genotyp oder Umwelt ist eher mit dem Auftreten von G-U-Interaktionen zu rechnen als beim Einsatz von Tieren ähnlichen Genotyps in kaum differierenden Umwelten.

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten der Ausprägung von G-U-Interaktionen. Die Leistungsdifferenzen von Genotypen können sich zwischen verschiedenen Umwelten unterscheiden, was aber nicht zwangsläufig zu einer Veränderung in Rangfolge der Genotypen bezüglich der Leistung führen muss. Dies wird als Skaleneffekt der G-U-Interaktion bezeichnet. Kommt es aber aufgrund unterschiedlich hoher Leistungen verschiedener Genotypen zu Umkehrungen in der Rangierung zwischen den Umwelten bedeutet dies, dass der beste Genotyp in der einen Umwelt nicht gleichzeitig der beste in der anderen Umwelt ist. Im Falle dieser Ausprägung der G-U-Interaktion würde dies unter anderem die Notwendigkeit eines eigenen Zuchtprogrammes für jede einzelne Umwelt bedeuten, da die Leistungen der Genotypen in der einen Umwelt nicht auf die andere Umwelt übertragbar wären.

Bei der Planung und Durchführung von Zuchtprogrammen ist die Kenntnis über ein mögliches Auftreten von G-U-Interaktionen besonders wichtig. In Abhängigkeit vom Zuchtziel, von der Selektionsumwelt, der Art der Prüfung (Nachkommen, Voll- oder Halbgeschwisterprüfung) und der Anzahl der Informationen sowie der Heritabilität der Zuchtzielmerkmale wird der Zuchtfortschritt von G-U-Interaktionen beeinflusst. Ein häufig diskutiertes Problem im Bereich der Schweinezucht sind die Unterschiede zwischen der Prüfumwelt auf den Zuchtstationen und den Bedingungen, unter denen die daraus gezogenen Masttiere ihre Leistungen erbringen. Zum einen sind die standardisierten Testbedingungen auf den Stationen aufgrund der Unterschiede in Haltung und Fütterung selten mit der Produktionsumwelt vergleichbar. Zum anderen ermöglichen aber gerade diese Bedingungen den Prüftieren ihr genetisches Potential voll auszunutzen, was zu einer besseren Einschätzung der Leistungsmöglichkeiten der Tiere führt und die Selektion genauer macht.

Je nach Art der G-U-Interaktion unterscheiden sich die Konsequenzen, die daraus für Zuchtprogramme gezogen werden müssen. Erfolgt die Auswahl von Zuchttieren, wenn Skaleneffekte aufgrund von G-U-Interaktion zwischen zwei Umwelten vorliegen, kann die Voraussage des Selektionserfolges durch die auftretende Leistungsdifferenz zwar erschwert werden (SCHÜLER *et al.*, 2001), es ist jedoch nicht mit Einbußen beim Zuchtfortschritt zu rechnen. Kommt es aufgrund der Unterschiede zwischen Stations- und Umweltbedingungen und den zu prüfenden Genotypen zu G-U-Interaktion, die mit einer Rangfolgeverschiebung zwischen den Genotypen einhergehen, wird die Effektivität des Zuchtprogramms durch Fehler bei der Auswahl der Zuchttiere verringert, da der beste Genotyp unter Testbedingungen nicht zwangsläufig der beste Genotyp unter kommerziellen Produktionsbedingungen sein muss.

In einer Untersuchungsserie von BRASCAMP *et al.* (1985) und MERKS (1986, 1987, 1988a und 1988b) wurde detailliert beschrieben, wie G-U-Interaktionen in einem Schweinezuchtprogramm mittels genetischer Korrelationen erfasst werden können und mit welchen Umwelteffekten und genetischen Parametern bei verschiedenen Testmethoden zu rechnen ist. MULDER & BIJMA (2005) untersuchten den Einfluss von G-U-Interaktionen auf Zuchtprogramme anhand eines Modells, bei dem die Leistungen von Tieren in der Produktionsumwelt mithilfe der Prüfung von Nachkommen- oder Geschwisterinformationen

innerhalb der Produktionsumwelt selber oder einer Prüfumwelt verbessert werden sollten. In der Regel verschlechterten sich die Selektionsgenauigkeit sowie die genetische Varianz des Zuchtziels und somit der Zuchtfortschritt beim Auftreten von G-U-Interaktionen. Allerdings hing das Ausmaß der Verschlechterung von einer Vielzahl von Faktoren ab, die bei der Kenntnis über G-U-Interaktionen so modifiziert werden konnten, dass deren Auswirkungen so gering wie möglich gehalten werden konnten.

2.2.2 Statistischer Nachweis von Genotyp-Umwelt-Interaktionen

Prinzipiell lassen sich drei Methoden zum Nachweis von G-U-Interaktionen unterscheiden, die in ihren Anforderungen an das Datenmaterial differieren: die Varianzanalyse, die genetische Korrelation und das Reaktionsnormen-Modell. Die Varianzanalyse und die Berechnung der genetischen Korrelation verlangen die Einteilung von Genotyp und Umwelt in mindestens zwei Klassen. Bei der Anwendung des Reaktionsnormen-Modells hingegen ist eine diskrete Klasseneinteilung nicht nötig.

Im Vorfeld von Untersuchungen zu G-U-Interaktionen muss definiert werden, was unter dem Genotyp und was unter der Umwelt verstanden wird. Die Abgrenzung bzw. Einteilung des Genotyps kann anhand von Rassen und deren Kreuzungen, speziellen Selektionslinien, Nachkommengruppen und Trägern einzelner Gene oder Genorte erfolgen. Die Einteilung der Umwelt kann entweder auf Basis der äußeren Umweltgegebenheiten, die auf die untersuchten Tiergruppen einwirken, oder auf Basis der Leistung einer bestimmten Gruppe von Tieren selbst erfolgen. Unter äußeren Umweltgegebenheiten versteht man beispielsweise geografische oder klimatische Grenzen sowie unterschiedliche Fütterungsstrategien. In den meisten Fällen ist die Umweltkomponente nicht klar in einzelne Faktoren zerlegbar und wird eine zusammengesetzte Einheit sein, die für eine Gruppe von Tieren gleich ist wie zum Beispiel die ökologische Tierhaltung im Vergleich zur konventionellen.

Ein weiterer grundsätzlicher Unterschied zwischen den drei Modellen zur Analyse von G-U-Interaktionen besteht darin, dass für die Berechnung einer Varianzanalyse keine Informationen über die Verwandtschaftsbeziehungen der eingesetzten Genotypen notwendig sind bzw. dass gänzlich unverwandte Tiere gleichen Genotyps eingesetzt werden können. Zur Berechnung genetischer Korrelationen und Reaktionsnormen hingegen wird umfangreiches Datenmaterial verwandter Tiere benötigt. Aufgrund der Anforderungen an das Datenmaterial werden genetische Korrelationen und Reaktionsnormen zur Analyse von G-U-Interaktionen größtenteils in der Rinderzucht eingesetzt, da dort die genetischen Beziehungen zwischen den Tieren außerhalb einer Prüfung auf Station einfacher zu erheben sind als dies in der Schweinezucht möglich ist.

2.2.2.1 Varianzanalyse

Der Nachweis über das Vorhandensein von G-U-Interaktionen kann über eine Varianzanalyse erfolgen. Voraussetzung hierfür sind Leistungsdaten von mindestens zwei unterschiedlichen Genotypen in mindestens zwei unterschiedlichen Umwelten, die die Klassifizierungsfaktoren für die Varianzanalyse darstellen. Das Prinzip des Nachweises von G-U-Interaktionen mit der Varianzanalyse beruht in der Aufteilung der phänotypischen Variabilität eines Genotyps in ihre Komponenten wobei im Allgemeinen gilt:

$$P = G + U + G*U$$

P = Gesamtvarianz

G = genetisch bedingte Varianz

U = umweltbedingte Varianz

G*U = Interaktion aus Genetischer und umweltbedingter Varianz

Bei einer Varianzanalyse für unterschiedliche genetische Populationen in verschiedenen Umwelten wird das obige Modell um das Mittel aller Nachkommen in beiden Umwelten sowie einen zufälligen Resteffekt erweitert. Ist der Interaktionsterm aus Genotyp und Umwelt statistisch signifikant von 0 verschieden, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Genotypen in beiden Umwelten nicht gleich verhalten. Es liegen also G-U-Interaktionen vor. Eine ausführliche Darstellung der Grundlagen und der Berechnung einer Varianzanalyse geben KÖHLER *et al.* (2002). Aufgrund eines signifikanten Interaktionsterms lässt sich noch keine Aussage darüber treffen, ob lediglich Skaleneffekte der G-U-Interaktion vorliegen oder ob tatsächlich Rangfolgeverschiebungen zwischen den Genotypen aufgetreten sind. Dies kann jedoch mithilfe der Least-Square-Mittelwerte (LSQ-Mittelwerte oder adjustierte Erwartungswerte), den Mittelwerten, die um die im Auswertungsmodell eingesetzten Effekte korrigiert wurden, entschieden werden. Die Definition und Berechnung der LSQ-Mittelwerte kann bei DUFNER *et al.* (2004) entnommen werden.

2.2.2.2 Genetische Korrelation zwischen Umwelten

Das Modell nach FALCONER & MACKAY (1996) zur Analyse von G-U-Interaktionen basiert auf der Annahme, dass die Leistungsausprägungen eines Genotyps für ein bestimmtes Merkmal in unterschiedlichen Umwelten als verschiedene Merkmale betrachtet werden können. Um eine Aussage über das Vorhandensein von G-U-Interaktionen treffen zu können, wird die genetische Korrelation der Merkmale, die in verschiedenen Umwelten gemessen wurden, genau wie jede andere genetische Korrelation berechnet (vgl. hierzu SCHÜLER *et al.*, 2001). Voraussetzung hierfür ist Datenmaterial über die Leistung verwandter Genotypen in unterschiedlichen Umwelten. Weicht die errechnete Korrelation stark von 1 ab, ist dies ein Hinweis auf eine Verschiebung der Rangierung der Genotypen zwischen den Umwelten aufgrund von G-U-Interaktionen.

Das Zustandekommen der Rangfolgeverschiebung erklären FALCONER & MACKAY (1996) für diesen Fall damit, dass das beobachtete Merkmal in unterschiedlichen Umwelten von verschiedenen Genen kontrolliert wird. Verschiebungen in der Differenz der Leistung der Genotypen zwischen den Umwelten, die sich nicht auf die Rangierung auswirken, haben keine Auswirkung auf die genetische Korrelation. In diesem Fall weicht die Korrelation kaum von 1 ab und es ist anzunehmen, dass das Merkmal unter verschiedenen Umweltbedingungen von den gleichen Genen kontrolliert wird. ROBERTSON (1959) betrachtet eine genetische Korrelation von 0,8 als Grenze, ab der eine wirksame G-U-Interaktion unterstellt werden muss.

2.2.2.3 Reaktionsnormen-Modell

Im Gegensatz zur Varianzanalyse und dem Modell nach FALCONER (1952) muss bei dem Reaktionsnormen-Modell zur Analyse von G-U-Interaktionen keine Einteilung der Umwelt in starre Klassen vorgenommen werden. Im Reaktionsnormen-Modell, das zuerst von WOLTERECK im Jahr 1909 (siehe: DE JONG, 1990) als Definition für den Genotyp vorgeschlagen wurde, wird die phänotypische Leistung von Tieren als Reaktion auf eine sich graduell verändernde Umwelt beschrieben. Ein Beispiel hierfür ist die Steigerung der Milchleistung in Abhängigkeit von der Futterqualität. Je nachdem, wie sich Genotyp und Umwelt definieren lassen, können die Reaktionsnormen verschiedene Funktionskurven annehmen. So zeigen in der Milchproduktion beim Vergleich über unterschiedliche Umwelten, welche sich durch den jeweiligen Herden-Jahres-Durchschnitt definieren, die erzielten Proteinmengen eine lineare Beziehung zu den so definierten Umwelten (CALUS *et al.*, 2002). Quadratische Funktionsbeziehungen ließen sich für die Milchmenge im Zusammenhang mit der Herdengröße oder der zeitlichen Verteilung der Kalbungen in der Herde nachweisen (FIKSE *et al.*, 2003).

Die Entscheidung, ob G-U-Interaktionen vorliegen, wird im Reaktionsnormen-Modell anhand der Steigung der jeweiligen Funktionskurven getroffen. Sind die Varianzen der Steigungen der zu vergleichenden Reaktionsfunktionen signifikant von 0 verschieden, ist dies ein Hinweis auf G-U-Interaktionen. Tabelle 3 fasst die beschriebenen Modelle zum Nachweis und die jeweilige Art der Schätzung der G-U-Interaktion nochmals zusammen.

Tabelle 3: Modelle zum Nachweis von G-U-Interaktionen und deren Schätzung im jeweiligen Modell

Modell	Schätzer	Entscheidung
Varianzanalyse mit der Leistung innerhalb der Faktorstufen Genotyp und Umwelt	Varianz der Interaktion aus Genotyp und Umwelt	Ist die Interaktionskomponente signifikant, ist dies ein Hinweis auf G-U-Interaktionen.
Modell, in dem die Leistung in unterschiedlichen Umwelten als unterschiedliche Merkmale behandelt wird.	Korrelation der Leistungen zwischen den Umwelten	Ist die Korrelation stark $\neq 1$, ist dies ein Hinweis auf G-U-Interaktion aufgrund von Rangfolgeverschiebungen.
Reaktionsnorm, in der die Leistung des Genotyps als Reaktion auf einen Umweltgradienten beschrieben wird.	Varianz der Steigung der Reaktionsfunktionen	Sind die Varianzen signifikant von 0 verschieden, ist dies ein Hinweis auf G-U-Interaktionen.

2.2.3 Auftreten von Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei ökologischer und konventioneller Haltung von Nutztieren

Das Auftreten von G-U-Interaktionen im Sinne eines Vergleichs verschiedener Nutztierassen bei konventioneller und ökologischer Haltung ist bisher in geringem Umfang untersucht worden. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse von Stationsleistungsprüfungen beim Schwein in die Produktionsstufe oder die Leistung europäischer Hochleistungsrinderrassen in tropischen Klimaten war beispielsweise in der Vergangenheit von größerem Interesse. Die steigende Bedeutung der ökologischen Landwirtschaft führte jedoch zu der Frage, ob aus konventionellen Zuchtprogrammen stammende Tiere ohne Weiteres in der ökologischen Tierhaltung eingesetzt werden können oder ob eine spezielle Selektion auf die Eignung für ökologische Produktionsziele in den Zuchtpopulationen erfolgen muss.

Im Bereich der Schweinehaltung werden seit Längerem die Leistungen unterschiedlicher Schweine-Genotypen oder -Linien bei Variation einzelner Faktoren untersucht, die auch bei einem Vergleich konventioneller und ökologischer Haltung im Ganzen als Einflussgrößen gelten können. Insbesondere die Auswirkungen einer unterschiedlichen Fütterung auf verschiedene Schweine-Genotypen oder -Linien, hier besonders des Rohproteingehaltes oder des Gehaltes an Lysin, sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen (BERESKIN *et al.*, 1990; GOERL *et al.*, 1995; UNRUH *et al.*, 1996; FRIESEN *et al.*, 1997; CAMERON *et al.*, 2000; WOOD *et al.*, 2004). Beim Vergleich der Leistung unterschiedlicher Genotypen unter verschiedenen Haltungsbedingungen konzentrierten sich die Untersuchungen auf den Einfluss der reinen Außenhaltung von Schweinen im Gegensatz zur Stallhaltung.

Bei solchen Vergleichen stehen oftmals weniger die Erfassung der Mastleistung und Schlachtkörperqualität, sondern vielmehr die Fleischqualität sowie der Gesundheitsstatus der Tiere im Fokus der Untersuchungen (ENFÄLT *et al.*, 1997; KLEINBECK & MCGLONE, 1999; GUY *et al.*, 2002; JONSÄLL *et al.*, 2002).

Untersuchungen, in denen konkret die Leistungen unterschiedlicher Schweine-Genotypen bei konventioneller und ökologischer Haltung und Fütterung verglichen wurden, und die die Analyse von G-U-Interaktionen zum Ziel haben, liegen zurzeit jedoch noch nicht vor.

In den Untersuchungen von NAUTA *et al.* (2006) und BOETTCHER *et al.* (2003) wurde die Leistung von Milchvieh bei konventioneller und ökologischer bzw. intensiver Weidehaltung mittels genetischer Korrelationen verglichen. NAUTA *et al.* (2006) berechneten beim Vergleich der Milchleistung ökologisch und konventionell gehaltener Kühe eine genetische Korrelation von 0,8. Daraus schlossen sie, dass es zu Rangfolgeverschiebungen bei der Bewertung der eingesetzten Bullen zwischen den Umwelten kommen könnte. BOETTCHER *et al.* (2003) konnten lediglich einen Skaleneffekt für die Milchleistung von Kühen in konventioneller und intensiver Weidehaltung nachweisen, aufgrund der genetischen Korrelationen, die alle einen Wert nahe 1 annahmen, konnten die Autoren relevante G-U-Interaktionen ausschließen. Auch SIMIANER (2007) fand in einem Untersuchungsprojekt zur ökologischen Milchviehhaltung bei deutschen Holsteins sowie schweizerischen Braun- und Fleckviehkühen keine relevanten G-U-Interaktionen für die Milchleistungsmerkmale. Allerdings konnten sowohl für die schweizerischen als auch die deutschen Populationen für Merkmale der Fruchtbarkeit bzw. den somatischen Zellgehalt und die Nutzungsdauer Korrelationen nachgewiesen werden, die kleiner als 0,9 waren. Hierdurch konnte sich ein Auftreten von G-U-Interaktionen für diesen Merkmalskomplex nicht ausschließen lassen.

ALI *et al.* (2000) verglichen zwei kommerzielle Masthuhnlinien mit einer lokalen Linie und deren Kreuzungen unter intensiven und traditionell-afrikanischen Haltungsbedingungen. Die Leistungen der Hühner aller Herkünfte unterschieden sich erheblich zwischen den beiden Prüfumwelten. Relevante Rangfolgeverschiebungen der Herkünfte zwischen den Umwelten konnten aber nicht festgestellt werden. Hieraus schlussfolgerten die Autoren, dass G-U-Interaktionen in dieser Untersuchung von geringer praktischer Bedeutung waren. Während sich die Untersuchung von ALI *et al.* (2000) schwer auf die Bedingungen und möglichen einzusetzenden Herkünfte einer ökologischen Geflügelhaltung in gemäßigten Ländern übertragen lässt, kann der Versuch von FANATICO *et al.* (2005) annähernd als Vergleich einer solchen mit der konventionellen Haltung gelten. In dieser Untersuchung wurden auf drei unterschiedliche Wachstumsintensitäten selektierte Masthuhnlinien bei gleichen Fütterungsbedingungen in der gleichen Aufstallungsform gehalten, wobei einer Versuchsgruppe ein zusätzlicher Auslauf zur Verfügung stand. Eine Erfassung der G-U-Interaktion erfolgte in dieser Untersuchung nicht. Die Autoren schlossen aber aus den Ergebnissen, dass der Einfluss des Genotyps auf die Leistung von Masthühnern im Vergleich der beiden Haltungsformen von größerer Bedeutung sei als die Produktionsumwelt.

2.3 Ökologische Zuchtprogramme

Die politische Forderung nach einer nachhaltigeren Landwirtschaft, die Sensibilisierung der Verbraucher gegenüber der Produktion von Lebensmitteln und die dadurch in den letzten Jahren verstärkte Nachfrage nach ökologisch produzierten Lebensmitteln haben zu einer Diskussion über die Zukunft der Nutztierhaltung geführt. Die ökologische Tierhaltung stellt eine Alternative zu den derzeit vorherrschenden Tierhaltungspraktiken dar. Die Grundprinzipien der Tierhaltung im ökologischen Landbau sind in der Verordnung 1804/1999 der Europäischen Gemeinschaft zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den ökologischen Landbau festgelegt worden. So sollen Tierhalter bei der Wahl der eingesetzten Rassen oder Linien auf die Fähigkeit der Tiere zur Anpassung an die Umweltbedingungen und somit ihre Vitalität und Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten achten. Dabei soll einheimischen Rassen und Linien der Vorzug gegeben werden. Es soll eine möglichst große Rassenvielfalt erhalten und gefördert werden. Zugekaufte Tiere, also auch Zuchttiere zur Remonte, sollen – soweit sie verfügbar sind aus – ökologisch wirtschaftenden Betrieben stammen (EG-VO 1804/1999, 1999).

Zur Frage der Notwendigkeit eigenständiger ökologischer Zuchtprogramme werden unterschiedliche Ansichten und Gründe formuliert. So stellt sich die prinzipielle Frage nach dem Umgang mit dem Tier in der Tierzucht und dessen Anspruch auf die Möglichkeit alle seine natürlichen Verhaltensweisen auszuleben, während die modernen Reproduktionstechniken und die Definitionen der Zuchtziele diesem Anspruch teilweise entgegenstehen. Besonders die Nutzung der modernen Reproduktionstechniken wie zum Beispiel der künstlichen Besamung oder des Embryotransfers wird als nicht mit den Zielen des ökologischen Landbaus vereinbar beschrieben, da sie unnatürlich sei und die Integrität der Nutztiere verletze (SCHROTEN, 1992). Innerhalb eines niederländischen Projektes zur Frage, wie eine ökologische Tierzucht in Zukunft organisiert werden kann, stellen NAUTA *et al.* (2003) sechs mögliche Szenarien zur Diskussion:

1. Fortgesetzte Nutzung konventioneller Zuchtmethoden.
2. Fortgesetzte Nutzung konventioneller Zuchtmethoden ohne artifizielle Reproduktionstechniken.
3. Anpassung konventioneller Zuchtmethoden an ökologische Anforderungen.
4. Züchtung auf ökologischen Prinzipien basierend.
5. Regionale Züchtung, die auf den Bedingungen und Bedürfnissen bestimmter Regionen basiert.
6. Betriebszucht, die auf den Bedingungen und Bedürfnissen der einzelnen Betriebe basiert.

Welche Merkmale in ökologische Zuchtprogramme einbezogen werden sollen, wird auf ethischer und wirtschaftlicher Ebene diskutiert, wobei sich oftmals die Bereiche überschneiden können. Neben den klassischen Zuchtwertmerkmalen Zuchtleistung, Mastleistung und Schlachtkörperqualität nennt WEISSMANN (2003) die Fleischqualität, die Eignung für extensivere Haltung (z.B. Freilandhaltung) sowie die Mütterlichkeit, die als Merkmale in einem ökologischen Zuchtprogramm für Schweine Berücksichtigung finden sollten. KALM, JUNGE und HARDER (2003) befragten fünf ökologische Anbauverbände nach den für sie wichtigsten Merkmalen für Zuchtschweine. Auf Seite der Vaterlinie nannten alle Verbände die Fleischbeschaffenheit oder -qualität, vier der fünf Verbände die täglichen Zunahmen und drei den Fleischanteil als Merkmale von besonderer Bedeutung. Zwei der Verbände wünschten sich einen stärkeren Fokus auf das Merkmal der Robustheit. Für die Mutterlinien wurden die Anzahl der lebend geborenen Ferkel, gute Muttereigenschaften und Vitalität als wichtigste Merkmale genannt, wiederum zwei der befragten Verbände wünschten sich die stärkere Einbeziehung der Robustheit.

Mit Ausnahme der Forderung nach einer stärkeren Berücksichtigung der Fleischqualität gibt es kaum Unterschiede zwischen den Merkmalen, die für die ökologische oder konventionelle Schweineproduktion als wichtige Selektionskriterien erachtet werden. Auch wenn sich die für die ökologische und die konventionelle Schweinezucht und -mast formulierten Ziele entsprechen, das Vorhandensein von G-U-Interaktionen könnte ein eigenes Zuchtprogramm für die ökologische Schweineproduktion erfordern (OLESEN *et al.*, 2000). Sollten sich die Leistungen mehrerer Herkünfte in ihrer Ausprägung so stark zwischen konventioneller und ökologischer Haltung unterscheiden, dass es zu Unterschieden in der Rangierung der Herkünfte zwischen den beiden Umwelten kommt, wäre eine Übertragbarkeit der Zuchterfolge, die in der einen Umwelt erzielt wurden, auf die andere nicht möglich.

Der Ökologische Gesamtzuchtwert (ÖZW) für Rinder, der mittlerweile in der Zuchtwertschätzung für Fleckvieh, Gelbvieh und Braunvieh genutzt wird, stellt einen Versuch dar, Tiere speziell nach ihrer Eignung für ökologische Produktionssysteme zu selektieren. Erstmals eingeführt in Bayern, beruht der ÖZW auf der Basis der Zuchtwertschätzung in der konventionellen Rinderzucht. Die Merkmalskomplexe, die bei der Selektion nach diesem Zuchtwert berücksichtigt werden, werden in Leistungs- und Konstitutionsmerkmale aufgeteilt. Als Leistungsmerkmale werden der ökologische Milchwert, die Persistenz und Leistungssteigerung sowie der Fleischwert berücksichtigt. Die Nutzungsdauer der Vorfahren, Kalbung, Vitalität und Form der Euter werden im Bereich der Konstitution berücksichtigt. Der Fleischwert ist als einziges Merkmal direkt aus der üblichen Zuchtwertschätzung übernommen worden. Mit einer Gewichtung von 35 % gehen die Teilwerte der Leistung in den ÖZW ein (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2006). Prinzipiell erhalten also auch im Ökologischen Gesamtzuchtwert für Rinder die Milchleistung und die Nutzungsdauer die höchste Bedeutung. Unterschiede sind aber bei der Definition der Merkmale gegeben.

Eine eigenständige ökologische Tierzucht existiert zurzeit nur in Ansätzen. Eine mit der konventionellen Tierzucht vergleichbare Zucht- und Vermehrungsstruktur ist nicht vorhanden, was die Bereitstellung ökologischer Zukaufstiere unmöglich macht. Daher werden in der ökologischen Tierhaltung weitestgehend die gleichen genetischen Herkünfte wie in der

konventionellen eingesetzt (NAUTA *et al.*, 2001; KALM *et al.*, 2003; LÖSER & DEERBERG, 2004). Tiere, die unter konventionellen Bedingungen auf hohe Leistungen selektiert wurden, stellen besondere Ansprüche an ihre Umwelt. In der Schweinezucht wurde in den vergangenen 50 Jahren verstärkt auf einen hohen Fleischanteil bei hohen Zuwachsraten und einer günstigen Futteraufnahme selektiert. Um ihr genetisches Potential ausschöpfen zu können, benötigen diese Tiere hoch konzentrierte, einheitliche Futtermittel, die in der ökologischen Schweinehaltung nur begrenzt zur Verfügung stehen (NAUTA *et al.*, 2001). Die Folge einer unzureichenden Energie- und Proteinversorgung können Wachstums- und Fortpflanzungseinschränkungen sein, die sich wiederum auf die Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion auswirken. Dies sowie die Ansicht, dass in konventionellen Zuchtprogrammen für Schweine für die ökologische Schweineproduktion wichtige Eigenschaften nicht berücksichtigt würden, führte ebenso wie die zuvor angesprochenen ethischen Gesichtspunkte zur Forderung nach eigenständigen ökologischen Zuchtprogrammen. BOELLING *et al.* (2003) stehen dieser Forderung kritisch gegenüber, da sie die Gefahr der möglichen Reduzierung der Varianz innerhalb der in der ökologischen Zucht eingesetzten Populationen sehen, wie sie in den konventionellen Zuchtpopulationen bereits heute schon zu finden ist. Dies könne besonders beim Einsatz von „alten“ oder Robustrassen problematisch sein, da sich dadurch möglicherweise die Diversität und die Anpassungsfähigkeit der Rassen verringern würden, also Eigenschaften, auf die in der ökologischen Landwirtschaft besonderer Wert gelegt wird.

Die vorliegende Arbeit soll durch den Einsatz von alten, bedrohten und modernen Schweinerassen sowie Hybridherkünften in der Untersuchung dazu beitragen, die Eignung der eingesetzten Genotypen für die ökologische Schweinemast zu bestimmen und zu klären, ob aufgrund des Auftretens von G-U-Interaktionen ein eigenständiges ökologisch ausgerichtetes Zuchtprogramm hierfür entwickelt werden muss.

3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Herkünfte und Gruppeneinteilung

Im Versuch wurden die Herkünfte

- Bundeshybridzuchtprogramm (BHZP) - reinerbig stresstabile db-77 Linie,
- Schwäbisch-Hällisches Schwein in Reinzucht (SH),
- Kreuzungen aus Piétrain-Ebern mit Schwäbisch-Hällischen-Sauen (PlxSH),
- Angler Sattelschwein in Reinzucht (AS),
- Kreuzungen aus Piétrain-Ebern mit Angler-Sattelschwein-Sauen (PlxAS),
- Kreuzungen aus Piétrain-Ebern mit Deutschen-Edelschwein-Sauen (PlxDE) und
- Kreuzungen aus Duroc-Ebern mit Deutsche-Landrasse-Sauen (DUxDL) eingesetzt.

Insgesamt wurden 682 Schweine aufgestellt, davon wurden 280 Schweine ökologisch und 402 Schweine konventionell gehalten und gefüttert.

Die Aufstallung der Schweine musste aus Kapazitätsgründen in zwei Leistungsprüfungsanstalten (LPA) erfolgen. Zum einen in der LPA Rohrsen in Niedersachsen und zum anderen in der LPA Neu-Ulrichstein in Hessen. Auf jeder Station wurden jeweils in drei Durchgängen Schweine aufgestellt. Die Schweine der Herkunft BHZP wurden in jedem Durchgang auf beiden Stationen als Vergleichsgruppe gehalten. Insgesamt erstreckten sich die Versuchsdurchgänge über einen Zeitraum von 2,5 Jahren. Der erste Durchgang begann im Juli 2004, der letzte Durchgang endete im Dezember 2006. In der Station Neu-Ulrichstein standen die Stallungen durchgängig zur Verfügung. In der LPA Rohrsen dagegen konnte der ökologische Versuchsstall nur in der zweiten Jahreshälfte 2004, 2005 und 2006 genutzt werden. Die Anzahl der aufgestellten Tiere nach Herkunft, Durchgang und Station ist in Tabelle 4 dargestellt. Die Verteilung der Prüftiere nach Durchgang, Umwelt, Herkunft und Geschlecht kann Anhang 1 entnommen werden.

Von den insgesamt 682 aufgestellten Schweinen schieden 38 vorzeitig aus. Dies entspricht einer Verlustrate von 5,6 % über den gesamten Versuch. Mit 9,6 % waren die Verluste der Station Neu-Ulrichstein mehr als doppelt so hoch wie die der Station Rohrsen mit 4,2 %. Die Verluste bei Tieren innerhalb der ökologischen Haltung waren niedriger als bei Tieren innerhalb der konventionellen Haltung (5 % vs. 6 %, siehe auch Anhang 2). Hauptgründe für die Abgänge waren Erkrankungen der Atemwege, gefolgt von Herz-Kreislauf-Problemen sowie Fundamentschäden.

Tabelle 4: Anzahl aufgestallter Tiere (n) nach Station, Herkunft und Durchgang (DG)

Station	Herkunft	1. DG (n)	2. DG (n)	3. DG (n)	gesamt (n)
Neu- Ulrichstein	BHZP	20	20	21	61
	SH	20	17	22	59
	PlxSH	19	21	18	58
Neu-Ulrichstein gesamt		59	58	61	178
Rohrsen	BHZP	32	32	32	96
	AS	25	33	32	90
	PlxAS	30	36	32	98
	PlxDE	81	–	30	111
	DUxDL	–	67	42	109
Rohrsen gesamt		168	168	168	504
Summe		227	226	229	682

Der Ferkelbezug für jede der Herkünfte erfolgte von mehreren Betrieben. Herkunftsnachweise lagen für die BHZP-Schweine und einen Teil der AS- und PlxAS-Kreuzungen vor. Bei den Kreuzungstieren mit PI-Anteil lagen nur teilweise Informationen zum MHS-Status der Vatertiere vor. Grundsätzlich wurde versucht, in allen Herkünften ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis einzuhalten. Dies konnte jedoch bei der Herkunft SH nicht erreicht werden, da die weiblichen Reinzuchttiere für die Remontierung in den Herkunftsbetrieben benötigt wurden.

Die Tieridentifikation erfolgte mithilfe elektronischer Transponder-Ohrmarken, die bei der Wiegung der Tiere zu Versuchsbeginn in das rechte Ohr eingezogen wurden. Zum Gesundheitsstatus bzw. zu im Geburtsbetrieb durchgeführten Impfungen der Tiere lagen in den meisten Fällen keine detaillierten Angaben vor.

3.1.1 Besondere Vorkommnisse

Aufgrund eines verringerten Gehaltes an organisch verfügbarem Zink im ökologischen Futter für die Tiere des ersten Durchganges der Station Neu-Ulrichstein traten bei den Schweinen Hautveränderungen auf, die als erste Anzeichen einer Parakeratose interpretiert werden konnten. Zudem wiesen die Tiere eine verringerte Futteraufnahme auf. Erst nach einer Blutuntersuchung der erkrankten Tiere konnte dieser Mangel festgestellt werden. Bei der zuvor durchgeführten Futtermittelanalyse wurde kein verringerter Zinkgehalt des Futters festgestellt. Zur Behandlung der Tiere wurde organisch gebundenes Zink in einer Dosierung von 100 mg/Tier und Tag über das Trinkwasser verabreicht.

Im dritten Durchgang der Station Rohrsen kam es zu massiven Leistungseinbrüchen durch Dysenterie. Dadurch waren die Masttagszunahmen der Tiere in diesem Versuchsdurchgang schlechter als erwartet und lagen für 7 Tiere unter 500 g. Die Datensätze dieser Tiere wurden von der statistischen Auswertung ausgeschlossen (siehe 3.4).

3.2 Haltung und Fütterung

3.2.1 Station Rohrsen

Die Schweine wurden sofort nach der Anlieferung nach Herkunft und Geschlecht in Gruppen aufgeteilt und in die Prüfumwelten verbracht. Die Zuteilung der Gruppen auf die beiden Prüfumwelten erfolgte zufällig.

3.2.1.1 Konventionelle Haltung

Die konventionelle Aufstallung der Schweine erfolgte in der LPA Rohrsen in dem Stall, der für die stationäre Mastleistungsprüfung genutzt wird. In diesem, mit einer Unterdrucklüftung versehenen, Stall wurden die Schweine in Buchten mit Teilspaltenböden gehalten. Etwa ein Drittel der gesamten Bucht bestand aus planbefestigtem Betonboden. Die Buchtenabmessungen betragen 1 x 2 m. Pro Bucht wurden zwei Schweine gehalten. Somit stand jedem Tier 1 m² zur Verfügung. Es war kein Beschäftigungsmaterial vorhanden. Während des laufenden Versuches waren in allen Durchgängen parallel Schweine aus der üblichen Leistungsprüfung in den Abteilen aufgestellt. Die Trinkwasserversorgung erfolgte ad libitum über eine Nippeltränke je Bucht.

3.2.1.2 Ökologische Haltung

Für die ökologische Aufstallung der Schweine stand in der LPA Rohrsen ein Außenklimastall in Holzbauweise zur Verfügung. An den Längsseiten des Stalles befanden sich Lüftungsöffnungen die ca. ein Drittel der Seitenfläche einnahmen. Zur Lüftungsregulierung konnten Windschutzfolien vor die offene Fläche des Stalles gezogen werden. Entgegen der Forderung der EG-VO 1804/1999 stand den Schweinen keine Auslaufmöglichkeit zur Verfügung. Der Stall verfügte über insgesamt 16 Buchten mit den Abmessungen 2,5 x 4,0 m. Die Aufstallung der Schweine erfolgte in Gruppen zu vier Tieren, die verfügbare Buchtenfläche je Tier betrug damit 2,5 m². Die Buchten waren mit durchbrochenen Hartkunststoffwänden voneinander abgetrennt. Die als Tiefstreuhaltung konzipierten Buchten wurden täglich mit Stroh eingestreut und nach Bedarf gereinigt. Neben der Einstreu stand den Schweinen kein weiteres Beschäftigungsmaterial zur Verfügung. Die Trinkwasserversorgung erfolgte ad libitum über eine Beckenränke je Bucht. Während der gesamten Versuchszeit waren in diesem Stall keine Tiere aus anderen Versuchen aufgestellt. Eine kontinuierliche Aufzeichnung der Temperaturen erfolgte in diesem Stall nicht.

3.2.1.3 Fütterung

Die Fütterung der Schweine erfolgte in beiden Umwelten ad libitum in trockener, pelletierter Form. In der konventionellen Untersuchungsgruppe wurde das standardisierte LPA-Prüffutter eingesetzt (siehe ALZ, 2004). Die in der LPA Rohrsen verfütterte Öko-Ration bestand zu 100 % aus heimischen Futtermitteln. Sie wurde von der FAL Mariensee mit betriebseigenen ökologischen Einzelfuttermitteln hergestellt und an die LPA Rohrsen ausgeliefert. In Tabelle 5 sind die Analysewerte der in Rohrsen verfütterten Mischungen dargestellt. Das Tier-Fressplatz-Verhältnis betrug in der konventionellen Aufstallung 2 : 1, in der ökologischen 4 : 1. Die prozentuale Zusammensetzung der verfütterten Mischungen kann Anhang 3 entnommen werden.

Tabelle 5: Analysewerte der Inhaltsstoffe der verfütterten Rationen pro kg Futterfrischmasse für die Station Rohrsen

	Konv ^a	Öko ^b
Umsetzbare Energie (MJ)	13,3	12,5
Trockenmasse (g)	881	877
Rohprotein (g)	168	152
Rohfaser (g)	42	64
Rohfett (g)	33	31
Calcium (g)	–	8,4*
Phosphor (g)	5,5	5,9*
Natrium (g)	2,1	1,5*
Lysin (g)	10,9	9,5*
Cystin (g)	3	2,7*
Methionin (g)	3	1,8*
Threonin (g)	6,2	5,8*
g Lysin/MJ ME	0,82	0,76

–: Nicht analysiert

a: Analyisierte Inhaltsstoffe, 1 Analyse

b: Analyisierte Inhaltsstoffe, Durchschnitt aus 2 Durchgängen

*: Berechnete Inhaltsstoffe, Durchschnitt aus 2 Durchgängen

3.2.2 Station Neu-Ulrichstein

Nach der Anlieferung auf der Station wurden die Schweine zunächst für einen Zeitraum von 7–14 Tagen in dem für die ökologische Haltung vorgesehenen Stall nach Herkunft und Geschlecht getrennt aufgestellt. Die Fütterung erfolgte in dieser Phase mit konventionellem Futter. Nach dieser Eingewöhnungsphase erfolgte die Zuteilung der Schweine auf die beiden Haltungsformen, wobei bei der Aufteilung auf ein ausgeglichenes Gewicht der Tiere innerhalb der Gruppen geachtet wurde. Die Aufteilung der Gruppen auf die beiden Haltungsformen erfolgte zufällig.

3.2.2.1 Konventionelle Haltung

Die konventionelle Haltung der Schweine am Standort Neu-Ulrichstein erfolgte in dem für die Mastleistungsprüfung auf Station genutzten Stall in planbefestigten Buchten in Dänischer Aufstallung. Die Lüftung der nach außen hin abgeschlossenen Stallhülle erfolgte über eine Unterdrucklüftung. Die Buchten waren 3 m lang und 2 m breit. Bei Aufstallung von fünf Tieren je Bucht standen jedem Schwein 1,2 m² zur Verfügung. Die Abtrennung der Buchten bestand aus Eisengittern, durch die sich die Schweine der benachbarten Buchten sehen konnten. Während aller drei Durchgänge waren auch Schweine aus der üblichen Leistungsprüfung auf Station in diesem Stall untergebracht. Als Beschäftigungsmaterial stand den Tieren eine geringe Menge an Stroh zur Verfügung. Die Trinkwasserversorgung erfolgte ad libitum über eine Nippeltränke je Bucht.

3.2.2.2 Ökologische Haltung

Die Schweine wurden in einem als Außenklimastall konzipierten Schrägbodenstall aufgestellt. Wie auch in der LPA Rohrsen war der Stall nicht mit einem Auslauf ausgestattet. Die Außenhülle des Stalles bestand aus einer wetterfesten Folie über einem Eisengrundgerüst. An beiden Längsseiten des Stalles konnte zur Querlüftung des Stalles die Außenhaut heruntergelassen werden. Zur Abkühlung der Schweine bei extremen Außentemperaturen konnten zusätzlich über eine Zeitschaltuhr gesteuerte Duschen angestellt werden, die sich an der dem Mistgang zugewandten Seite des Stalles befanden.

In den sechs 2,0 x 4,5 m großen Buchten des Stalles wurden jeweils fünf Tiere aufgestellt. Somit standen jedem Schwein 1,8 m² zur Verfügung. In der Mitte der Buchten befanden sich Ruheboxen aus unbehandeltem Holz ohne Einstreu, die zur Buchtenseite hin mit einem Vorhang aus PVC verhängt waren. Die Buchtenabtrennung bestand aus Eisengittern, durch die sich die Schweine der gegenüberliegenden Buchten sehen konnten. Während der drei Durchgänge in der LPA Neu-Ulrichstein wurden in diesem Stall neben den Versuchsschweinen keine anderen Schweine gehalten. Die Trinkwasserversorgung erfolgte ad libitum über eine Nippeltränke. Zur Einstreu sowie als Beschäftigungsmaterial stand den Schweinen Stroh zur Verfügung. Dies befand sich in einer Raufe, die am höher gelegenen Ende der Bucht befestigt war.

3.2.2.3 Fütterung

Die Fütterung der Schweine erfolgte in beiden Umwelten in trockener, pelletierter Form ad libitum. Das Futter für die Tiere in der konventionellen Aufstallung entsprach ebenfalls dem Standard-LPA-Prüffutter und wurde zu Beginn der Durchgänge in der Gesamtmenge zugekauft. Bei der in der LPA Neu-Ulrichstein verfütterten Öko-Ration handelte es sich um ein zugekauftes Fertigmischfutter der Firma Kaiser (Bio-Schweinemast SMK 13/09/100, OTTMAR KAISER GMBH & CO KG). Die analysierten Inhaltsstoffe der in Neu-Ulrichstein verfütterten Mischungen sind in Tabelle 6 dargestellt, die prozentuale Zusammensetzung der Rationen kann Anhang 3 entnommen werden. In der konventionellen Haltung betrug das Tier-Fressplatz-Verhältnis 2,5 : 1, in der ökologischen Haltung 5 : 1.

Tabelle 6: Analysewerte der Inhaltsstoffe der verfütterten Rationen pro kg Futterfrischmasse für die Station Neu-Ulrichstein

	Konv ^a	Öko ^b
Umsetzbare Energie (MJ)	13,3	13,2
Trockenmasse (g)	889	891
Rohprotein (g)	169	173
Rohfaser (g)	44	52
Rohfett (g)	40	53
Calcium (g)	8,9	9,9
Phosphor (g)	6,6	7,5
Natrium (g)	1,4	1,3
Lysin (g)	10,2	9,4
Cystin (g)	3,0	3,0
Methionin (g)	3,0	2,5
Threonin (g)	6,6	6,5
g Lysin/MJ ME	0,77	0,71

a: Analyisierte Inhaltsstoffe, Durchschnitt aus 2 Durchgängen

b: Analyisierte Inhaltsstoffe, Durchschnitt aus 3 Durchgängen

3.3 Erfassung der Leistungs- und Qualitätsparameter

Die Erhebung und Auswertung der Daten der Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität erfolgten nach den „Richtlinien des Ausschusses für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit“ (ALZ, 2004).

3.3.1 Mastleistung

Alle Schweine wurden zu Beginn der Prüfung einzeln gewogen (Prankg). In der Station Neu-Ulrichstein wurden in unregelmäßigen Abständen Zwischenwiegungen aller Tiere durchgeführt. Diese erfolgten zusätzlich zu den Wiegungen, die beim Ausscheiden eines Tieres aus der Gruppe durch Erreichen des Endgewichtes oder durch Tod durchgeführt wurden. In der LPA Rohrsen wurden die Schweine bei Erreichen des Endgewichtes gewogen. Zudem erfolgten Wiegungen bei Tieren, die aus der Prüfung ausschieden, und eine Zwischenwiegeung ca. zwei Wochen nach Prüfbeginn. Es wurde ein Mastendgewicht zwischen 110 und 115 kg angestrebt (Prekg).

Die Befüllung der Futterautomaten erfolgte nach Bedarf, die Zu- und Rückwaagen des Futters wurden für jede Gruppe schriftlich festgehalten. Sie stellen die Basis für die Berechnung der täglichen Futteraufnahme (Gft) und der Futterverwertung (Gfuv) auf Gruppenbasis dar. Eine einzeltierspezifische Erfassung der täglichen Futteraufnahme war aufgrund der technischen Gegebenheiten vor Ort nicht möglich. Da die genauen Geburtsdaten der Tiere nicht immer bekannt waren, konnte eine Berechnung der Lebendtagszunahmen nicht durchgeführt werden.

Die dargestellten täglichen Zunahmen (Tzpr) ergeben sich aus der Differenz des Prüfanfangs- und des Prüfendgewichtes geteilt durch die Prüfdauer (Prdauer). Die Rohmittelwerte und Standardabweichungen der Merkmale der Mastleistung nach Herkunft und Umwelt können Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7: Mittelwerte \pm Standardabweichung der Merkmale der Mastleistung nach Herkunft, Umwelt und Station (n/n Gruppe)

Merkmal	Herkunft							Neu-Ulrichstein	Rohrsen		
	BHZP (145/51)	AS (82/35)	SH (51/12)	PlxAS (92/39)	PlxSH (55/12)	PlxDE (105/44)	DUxDL (105/44)	Umwelt			
								Konv (79/18)	Öko (80/18)	Konv (299/154)	Öko (177/47)
Prankg (kg)	31,6 \pm 6,6	26,9 \pm 6,3	32,1 \pm 7,7	26,9 \pm 5,5	35,9 \pm 5,2	27,0 \pm 6,0	26,0 \pm 4,5	35,1 \pm 6,1	35,8 \pm 7,0	25,2 \pm 4,4	29,7 \pm 5,2
Prekg (kg)	115,0 \pm 3,6	116,2 \pm 3,4	114,5 \pm 4,6	116,1 \pm 2,9	113,1 \pm 4,7	114,8 \pm 4,0	118,0 \pm 3,5	113,9 \pm 3,4	113,4 \pm 5,4	115,9 \pm 3,0	116,9 \pm 4,2
Prdauer (d)	102 \pm 18	117 \pm 18	102 \pm 21	112 \pm 14	97 \pm 17	108 \pm 20	105 \pm 17	91 \pm 18	101 \pm 17	106 \pm 16	117 \pm 17
Tzpr (g)	834 \pm 128	779 \pm 108	828 \pm 134	808 \pm 89	814 \pm 141	836 \pm 136	893 \pm 121	891 \pm 138	781 \pm 114	871 \pm 112	758 \pm 105
Gft (kg)	2,19 \pm 0,19	2,39 \pm 0,25	2,45 \pm 0,31	2,23 \pm 0,24	2,24 \pm 0,27	2,18 \pm 0,21	2,46 \pm 0,23	2,32 \pm 0,31	2,29 \pm 0,27	2,25 \pm 0,21	2,41 \pm 0,33
Gfuv (kg)	2,69 \pm 0,37	3,12 \pm 0,35	3,21 \pm 0,26	2,81 \pm 0,32	2,85 \pm 0,31	2,61 \pm 0,30	2,75 \pm 0,36	2,78 \pm 0,36	3,08 \pm 0,29	2,63 \pm 0,26	3,28 \pm 0,27

3.3.2 Schlachtkörperqualität

Die Schlachtung der in Neu-Ulrichstein aufgestellten Schweine erfolgte im ca. 40 km entfernten Schlachthof der Firma EMIL FÄRBER in Gießen. Die Tiere wurden montags angeliefert und etwa eine Stunde nach der Ankunft geschlachtet. Die Schlachtung der in Rohrsen aufgestellten Schweine erfolgte im Schlachthof der VIONFOOD AG in Zeven, der ca. 75 km von der LPA entfernt ist. Auch hier wurden die Tiere montags angeliefert und nach einer Wartezeit von einer Stunde geschlachtet. Zur Identifizierung der Schweine dienten Transponder-Ohrmarken, die im rechten Ohr eingezogen waren, sowie die in der Herkunftsstation aufgebrachten Schlagstempelnummern. Am Schlachthof Gießen erfolgte die Betäubung der Schweine mittels Elektrozangen, am Schlachthof Zeven mittels CO₂-Gas. In beiden Schlachthöfen wurde am Schlachttag nach dem Brühen und Hälfen der Schweine bei der Ermittlung des Warmschlachtgewichtes zusätzlich der pH1-Wert (pH1k) im M. longissimus dorsi zwischen den Dornfortsätzen des 13. und 14. Rückenwirbels gemessen (pH-Star, MATTHÄUS). Aufgrund unterschiedlicher Schlachtgeschwindigkeiten wurde für die in Gießen geschlachteten Schweine der pH1k-Wert 45 Minuten nach der Schlachtung gemessen, für die in Zeven geschlachteten Schweine 35 Minuten nach der Schlachtung. Zum selben Zeitpunkt wurde die Leitfähigkeit (Lf1) im M. longissimus dorsi zwischen dem 12. und 13. Rückenwirbel gemessen (LF-Star, MATTHÄUS). Die Ermittlung des Fleischanteiles erfolgte in Gießen mit einem Fat-o-Meter (FOM, US-PORKITRON, ZIMMERMANN). In Zeven wurde der Fleischanteil mittels Auto-FOM-Messgerät (SFK TECHNOLOGY A/S) festgestellt.

Zur Vergleichbarkeit der Fleischanteile wurde für alle Schweine der Fleischanteil nach der neuen Bonner Formel (Bmfa) für Kreuzungstiere wie folgt berechnet (ALZ, 2004):

Fleischanteil nach Bonner Formel in % (Bmfa) =

$$72,236 - 0,113 \times \text{Fettfläche Kotelett} - 1,513 \times \text{Rückenspeckdicke Lende} - 1,624 \times \text{Rückenspeckdicke Mitte} - 1,022 \times \text{Rückenspeckdicke Widerrist} - 0,519 \times \text{Seitenspeck} - 1,313 \times \text{Speckmaß B}$$

Die weitere Datenerfassung erfolgte am Tag nach der Schlachtung an der rechten Schlachtkörperhälfte der Schweine. Die Schlachtkörperlänge (SkL) wurde in cm von der kranialen Kante des ersten Halswirbels bis zur kranialen Kante des Schlossknochens gemessen. 24 Stunden nach der Schlachtung erfolgte eine zweite Messung des Lf-Wertes (Lf24) im M. longissimus dorsi zwischen dem 13. und 14. Brustwirbel. Eine zweite Messung des pH-Wertes wurde 24 Stunden nach der Schlachtung im Schinken (pH24s) und im Kotelettanschnitt (pH24k) durchgeführt. Für die Neu-Ulrichsteiner Versuchsschweine wurden im Schinken an zwei Messstellen und in der Kotelettfläche an drei Messstellen Werte erfasst und zu einem Mittelwert zusammengefasst. Bei den Rohrsener Versuchstieren wurde der pH24-Wert in Schinken und Kotelett an nur einer Messstelle ermittelt.

Zur Ermittlung der durchschnittlichen Speckmaße wurden an der hängenden Schlachthälfte an Widerrist (Rsw), Rückenmitte (Rsm) sowie Lende (Rsl) die Speckdicken ab der augenscheinlichen Trennlinie von Muskel- und Speckgewebe bis zur Aussenkante der Schwarte gemessen. Am Widerrist erfolgte die Messung an der Stelle der breitesten, an Rückenmitte und Lende an der Stelle der dünnsten Speckauflage. Die Speckmaße wurden für

die Neu-Ulrichsteiner Schweine mit dem Speckdickenmessgerät LIN-Star der Firma MATTHÄUS, für die Rohrsener Schweine mit einer Schieblehre ermittelt. Zur Messung der Speckdicke über Rückenmuskelfläche (Speckmaß B, Sb), der Seitenspeckdicke (Ss) sowie der Fleischhelligkeit (Opto) und der Fleisch- und Fettflächen des Koteletts (Fflk und Feflk) wurde ein senkrecht zur Wirbelsäule zwischen dem 13. und 14. Brustwirbel verlaufender Planschnitt gesetzt. Die Seitenspeckdicke wurde mit dem LIN-Star Gerät bzw. der Schieblehre gemessen.

Die Fleischhelligkeit wurde mit dem OPTO-Star Gerät der Firma MATTHÄUS ermittelt. Zur Erfassung der Fett- und Fleischfläche des Rückenmuskels sowie des Speckmaß B wurde der Kotelettanschnitt mit einer Digitalkamera fotografiert. Die Auswertung der Bilder erfolgte mit dem Scan-STAR Modul Kotelettplanimetrie 03 (MATTHÄUS). Der Quotient der so erfassten Fett- und Fleischflächen stellt das Fleisch-Fett-Verhältnis (Ffv) dar.

Die Beurteilung des Bauches anhand der Bauchpunkte (Bp), die eine Einschätzung des Fleischanteiles im Bauch wiedergeben, wurde von einer fachlich versierten Person anhand einer 9-Punkte-Skala vorgenommen, wobei „1“ für extrem verfettete und „9“ für extrem fleischreiche Bäuche steht. Diese subjektive Bewertung des Fleischanteils im Bauch entfiel für die Tiere, die am Schlachthof Zeven geschlachtet wurden, da dieser Wert mithilfe des AutoFOM-Geräts bestimmt werden konnte. Zur Vergleichbarkeit wurde der Fleischanteil im Bauch nach der „Gruber Formel für Kreuzungstiere“ wie folgt berechnet (ALZ, 2004):

Fleischanteil im Bauch nach Gruber Formel in % (Bfab) =

$$\frac{65,942 - 1,819 \times \text{Rückenspeckdicke Lende} - 1,867 \times \text{Seitenspeckdicke} + 0,145 \times \text{Fleischfläche Kotelett} - 0,479 \times \text{Fettfläche Kotelett}}{\text{...}}$$

Die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Merkmale der Schlachtkörperqualität können nach Herkunft, Umwelt und Station getrennt Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8: Mittelwerte \pm Standardabweichungen der Merkmale der Schlachtkörperqualität nach Herkunft, Umwelt und Station (n = Anzahl Schweine)

Merkmal	Herkunft							Neu-Ulrichstein	Rohrsen		
	BHZP (143)	AS (82)	SH (51)	PlxAS (92)	PlxSH (54)	PlxDE (105)	DUxDL (104)	Umwelt			
								Konv (77)	Öko (80)	Konv (299)	Öko (175)
Sgw (kg)	89,6 $\pm 3,9$	87,6 $\pm 3,1$	85,1 $\pm 4,3$	90,6 $\pm 2,9$	87,2 $\pm 3,7$	90,3 $\pm 3,5$	90,2 $\pm 3,7$	86,6 $\pm 3,7$	86,3 $\pm 4,5$	90,0 $\pm 3,2$	89,9 $\pm 3,9$
Kl (cm)	101,5 $\pm 2,8$	100,0 $\pm 2,8$	102,2 $\pm 3,1$	99,3 $\pm 3,1$	98,8 $\pm 3,5$	101,1 $\pm 2,8$	103,3 $\pm 2,8$	99,7 $\pm 3,3$	100,9 $\pm 3,3$	100,5 $\pm 2,9$	102,7 $\pm 3,1$
Ausschl (%)	77,9 $\pm 2,0$	75,3 $\pm 1,8$	74,4 $\pm 3,3$	78,0 $\pm 1,6$	77,2 $\pm 2,5$	78,6 $\pm 1,6$	76,4 $\pm 2,4$	76,1 $\pm 2,0$	76,2 $\pm 3,7$	77,7 $\pm 2,1$	76,9 $\pm 2,4$
Bmfa (%)	59,1 $\pm 2,1$	49,0 $\pm 3,8$	51,7 $\pm 3,2$	56,2 $\pm 2,6$	56,9 $\pm 3,2$	58,1 $\pm 2,1$	56,6 $\pm 2,5$	55,6 $\pm 4,4$	56,6 $\pm 4,3$	56,4 $\pm 4,3$	55,2 $\pm 4,0$
Bfab (%)	58,3 $\pm 3,3$	43,8 $\pm 5,4$	47,5 $\pm 4,4$	54,2 $\pm 3,6$	56,2 $\pm 4,6$	56,6 $\pm 4,3$	53,9 $\pm 4,0$	53,6 $\pm 6,3$	55,0 $\pm 6,4$	54,3 $\pm 6,5$	52,3 $\pm 5,6$
Rsl (cm)	1,40 $\pm 0,38$	3,06 $\pm 0,61$	2,65 $\pm 0,61$	1,85 $\pm 0,43$	1,61 $\pm 0,49$	1,46 $\pm 0,31$	1,72 $\pm 0,39$	1,88 $\pm 0,79$	1,80 $\pm 0,76$	1,80 $\pm 0,70$	1,98 $\pm 0,69$
Rsm (cm)	1,83 $\pm 0,32$	2,94 $\pm 0,5$	2,52 $\pm 0,48$	2,21 $\pm 0,41$	2,15 $\pm 0,49$	1,96 $\pm 0,29$	2,04 $\pm 0,3$	2,20 $\pm 0,60$	2,07 $\pm 0,48$	2,15 $\pm 0,51$	2,22 $\pm 0,53$
Rsw (cm)	3,5 $\pm 0,42$	4,81 $\pm 0,52$	4,58 $\pm 0,59$	3,91 $\pm 0,5$	4,00 $\pm 0,52$	3,60 $\pm 0,39$	3,92 $\pm 0,49$	4,09 $\pm 0,66$	3,95 $\pm 0,68$	3,80 $\pm 0,63$	4,12 $\pm 0,61$
Ss (cm)	2,67 $\pm 0,62$	4,27 $\pm 0,92$	3,86 $\pm 0,76$	3,14 $\pm 0,69$	2,99 $\pm 0,82$	2,82 $\pm 0,67$	3,16 $\pm 0,68$	3,34 $\pm 0,89$	2,95 $\pm 0,87$	3,16 $\pm 0,92$	3,22 $\pm 0,82$
Sb (cm)	1,07 $\pm 0,29$	2,59 $\pm 0,68$	2,17 $\pm 0,49$	1,4 $\pm 0,36$	1,29 $\pm 0,47$	1,20 $\pm 0,34$	1,48 $\pm 0,43$	1,55 $\pm 0,61$	1,44 $\pm 0,66$	1,43 $\pm 0,69$	1,66 $\pm 0,60$
Fflk (cm²)	49,9 $\pm 5,7$	37,1 $\pm 5,4$	39,5 $\pm 4,9$	47,9 $\pm 5,0$	52,1 $\pm 5,1$	49,6 $\pm 5,5$	42,9 $\pm 5,0$	48,1 $\pm 7,3$	47,6 $\pm 7,8$	47,4 $\pm 7,2$	42,3 $\pm 5,4$
Feflk (cm²)	15,4 $\pm 3,1$	29,3 $\pm 5,2$	25,3 $\pm 4,3$	19,6 $\pm 3,7$	18,4 $\pm 4,4$	17,9 $\pm 5,8$	19,3 $\pm 4,0$	20,1 $\pm 5,5$	18,9 $\pm 6,0$	19,4 $\pm 6,6$	21,2 $\pm 5,6$
Ffv (1:)	0,31 $\pm 0,08$	0,82 $\pm 0,22$	0,65 $\pm 0,15$	0,42 $\pm 0,10$	0,36 $\pm 0,10$	0,37 $\pm 0,13$	0,46 $\pm 0,13$	0,44 $\pm 0,18$	0,42 $\pm 0,20$	0,44 $\pm 0,22$	0,52 $\pm 0,19$
pH1k	6,47 $\pm 0,21$	6,57 $\pm 0,13$	6,19 $\pm 0,23$	6,45 $\pm 0,23$	6,09 $\pm 0,24$	6,58 $\pm 0,13$	6,55 $\pm 0,18$	6,20 $\pm 0,23$	6,19 $\pm 0,24$	6,55 $\pm 0,16$	6,53 $\pm 0,20$
pH24k	5,46 $\pm 0,09$	5,52 $\pm 0,11$	5,46 $\pm 0,1$	5,49 $\pm 0,09$	5,43 $\pm 0,10$	5,48 $\pm 0,09$	5,51 $\pm 0,08$	5,43 $\pm 0,09$	5,42 $\pm 0,10$	5,51 $\pm 0,09$	5,49 $\pm 0,07$
pH24s	5,48 $\pm 0,39$	5,52 $\pm 0,5$	5,54 $\pm 0,16$	5,42 $\pm 0,53$	5,51 $\pm 0,13$	5,49 $\pm 0,37$	5,70 $\pm 0,2$	5,51 $\pm 0,14$	5,51 $\pm 0,14$	5,56 $\pm 0,40$	5,47 $\pm 0,49$
Lf1	4,15 $\pm 0,69$	4,09 $\pm 0,64$	3,73 $\pm 0,82$	4,34 $\pm 0,60$	4,1 $\pm 0,98$	4,39 $\pm 0,58$	4,25 $\pm 0,49$	3,82 $\pm 0,79$	3,92 $\pm 0,92$	4,26 $\pm 0,57$	4,36 $\pm 0,61$
Lf24	3,44 $\pm 1,16$	3,27 $\pm 0,86$	2,7 $\pm 1,33$	3,97 $\pm 0,98$	4,06 $\pm 2,10$	3,77 $\pm 0,67$	3,51 $\pm 0,77$	3,47 $\pm 1,83$	2,90 $\pm 1,53$	3,72 $\pm 0,89$	3,61 $\pm 0,85$
Opto	63 ± 8	61 ± 8	71 ± 6	59 ± 8	69 ± 7	60 ± 8	62 ± 7	69 ± 7	71 ± 5	62 ± 8	58 ± 8

3.3.3 Fleischzusammensetzung

Die Proben für die Untersuchungen der Fleischzusammensetzung wurden von den Tieren der Versuchsstation Rohrsen am Schlachthof Zeven einen Tag nach der Schlachtung entnommen. Zwischen der 12. und 13. Rippe wurde eine ca. 2–3 cm dicke Kotelettscheibe abgeschnitten, mit der Transpondernummer der Schweine und dem Schlachttag beschriftet und vakuumverpackt für ca. 6 Monate bei -18 C° eingefroren. Die Analyse der Anteile von Wasser, Fett und Protein erfolgte in der FAL Mariensee mittels Nah-Infrarot-Transmissionsspektroskopie (INFRATEC 1255 Food & Feed Analyzer, FOSS GMBH HAMBURG). Hierzu wurden die Proben bei Zimmertemperatur aufgetaut, von allen sichtbaren äußeren Fetträndern befreit und homogenisiert (MOULINETTE). Insgesamt lagen von 444 Tieren vollständige Datensätze vor. Tabelle 9 fasst die Mittelwerte der prozentualen Anteile an Fett, Protein und Wasser zusammen.

Tabelle 9: Mittelwerte \pm Standardabweichungen der Merkmale der Fleischzusammensetzung nach Herkunft und Umwelt (n = Anzahl Schweine)

Merkmal	Herkunft					Umwelt	
	BHZZP (85)	AS (80)	PixAS (89)	PixDE (95)	DUxDL (95)	Konv (276)	Öko (168)
Fett (%)	1,5 $\pm 0,8$	2,0 $\pm 0,9$	2,3 $\pm 1,6$	1,5 $\pm 0,9$	2,3 $\pm 1,0$	1,4 $\pm 0,7$	2,8 $\pm 1,2$
Protein (%)	23,6 $\pm 1,1$	24,3 $\pm 0,7$	23,6 $\pm 1,1$	23,6 $\pm 0,9$	23,4 $\pm 1,0$	24,2 $\pm 0,6$	22,8 $\pm 0,9$
Wasser (%)	74,9 $\pm 0,5$	74,0 $\pm 0,7$	74,1 $\pm 1,0$	74,8 $\pm 0,5$	74,4 $\pm 0,6$	74,5 $\pm 0,6$	74,3 $\pm 1,0$

3.4 Statistische Auswertung

Von der statistischen Auswertung wurden die Daten der Tiere ausgeschlossen,

- die durch Tod oder Krankheit vorzeitig aus dem Versuch ausschieden,
- deren Prüfendgewicht unter 100 kg und/oder
- deren tägliche Zunahme im Prüfabschnitt unter 500 g lag.

Insgesamt gab es 38 Abgänge. Neun Tiere wurden aufgrund einer durchschnittlichen täglichen Zunahme von unter 500 g von der Datenauswertung ausgenommen. Tiere mit täglichen Zunahmen unter 500 g fielen in den meisten Fällen in die Abgänge. Aufgrund unvollständiger Informationen zur Schlachtkörperqualität konnten die Daten von vier Tieren nicht in die Auswertung einbezogen werden. Somit standen zur Auswertung 631 vollständige Datensätze zur Verfügung. Da es versuchsbedingt nicht möglich war, die verbrauchte Futtermenge einzeltierspezifisch zu erfassen, konnten die Merkmale Futtermenge (Gfuv) und tägliche Futteraufnahme (Gft) nur für die Tiergruppen ausgewertet werden.

Bei der Auswertung dieser beiden Merkmale mussten daher auch die vorzeitig ausgeschiedenen Tiere sowie Tiere mit einem Prüfendgewicht unter 100 kg und täglichen Zunahmen in der Prüfphase von unter 500 g einbezogen werden.

Die Auswertung der erhobenen Merkmale erfolgte anhand der Differenzen der einzelnen Herkünfte im Vergleich zu den Tieren der BHZP-Vergleichsgruppe. Hierzu wurden die Mittelwerte der zu analysierenden Merkmale für die BHZP-Schweine nach Station und Durchgang berechnet. Dieser Wert wurde von den Rohwerten der anderen Herkünfte nach Station und Durchgang abgezogen. Durch diese Art der Datentransformation wurden sowohl der Durchgangs- als auch der Stationseffekt von Beginn an aus den Daten herauskorrigiert. Zur besseren Anschauung der Daten und um die Vergleichbarkeit der Daten zu vereinfachen, wurde abschließend das Gesamtmittel über alle im Versuch eingesetzten BHZP-Schweine berechnet und dieser Wert als Konstante zu den Differenzwerten der einzelnen Herkünfte addiert. Sämtliche weiteren Berechnungen verwenden diese Differenzwerte. Daher wurden die Effekte der Station und des Durchganges in den Auswertungen über alle Herkünfte nicht mehr berücksichtigt.

3.4.1 Varianzanalyse

Zur Klärung der Frage, ob für die erhobenen Merkmale der Mastleistung sowie der Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung G-U-Interaktionen vorliegen, wurde folgendes varianzanalytisches Modell angewendet:

Grundmodell

$$Y_{ijkl} = \mu + rs_i + umw_j + sex_k + rs*umw_{ij} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl}	=	Merkmal
μ	=	Populationsmittel
rs_i	=	fixer Effekt der Herkunft (BHZP, AS, SH, P1xAS, P1xSH, P1xDE, DUxDL)
umw_j	=	fixer Effekt der Umwelt (ökologisch, konventionell)
sex_k	=	fixer Effekt des Geschlechtes (Kastraten, Sauen)
$rs*umw_{ij}$	=	Interaktion der Faktoren Herkunft und Umwelt
e_{ijkl}	=	Restfehler

Mastleistung: Zur Auswertung der Daten der Mastleistung wurde das **Prüfanfangsgewicht** als Kovariable im Grundmodell berücksichtigt.

Schlachtkörperqualität: Zusätzlich zu der Interaktionskomponente aus Herkunft und Umwelt wurde für die Merkmale der Schlachtkörperqualität die **Interaktion Herkunft*Geschlecht** in das Modell einbezogen, das **Schlachtgewicht (warm)** wurde für diese Merkmale als Kovariable eingesetzt.

Fleischzusammensetzung: Bei der Auswertung der Daten zur Fleischzusammensetzung wurden die **Interaktionen Herkunft*Geschlecht** sowie **Umwelt*Geschlecht** zusätzlich im Auswertungsmodell berücksichtigt, eine Kovariable wurde für diese Merkmale nicht gewählt.

Um einen möglichen Einfluss der unterschiedlichen Haltung und Fütterung auf den beiden Prüfstationen erfassen zu können, konnten die Daten der BHZP-Vergleichstiere beider Stationen in eine Analyse einbezogen werden. Die Auswertung erfolgte mit einer Varianzanalyse der unkorrigierten Leistungen der BHZP-Tiere, die nach folgendem Modell berechnet wurde:

$$Y_{ijklm} = \mu + \text{stat}_i + \text{umw}_j + \text{sex}_k + \text{durchg}_l + \text{stat}^*\text{umw}_{ij} + \text{stat}^*\text{durchg}_{il} + \text{umw}^*\text{durchg}_{jl} + e_{ijklm}$$

Y_{ijklm}	=	Merkmal
μ	=	Populationsmittel
stat_i	=	fixer Effekt der Station (Rohrsen, Neu-Ulrichstein)
umw_j	=	fixer Effekt der Umwelt (ökologisch, konventionell)
sex_k	=	fixer Effekt des Geschlechtes (Kastraten, Sauen)
durchg_l	=	fixer Effekt des Durchganges (1, 2, 3)
$\text{stat}^*\text{umw}_{ij}$	=	Interaktion der Faktoren Station und Umwelt
$\text{stat}^*\text{durchg}_{il}$	=	Interaktion der Faktoren Station und Durchgang
$\text{umw}^*\text{durchg}_{jl}$	=	Interaktion der Faktoren Umwelt und Durchgang
e_{ijklm}	=	Restfehler

Mastleistung: Zur Auswertung der Daten der Mastleistung wurde das **Prüfanfangsgewicht** als Kovariable im Grundmodell berücksichtigt.

Schlachtkörperqualität: Zur Auswertung der Daten der Schlachtkörperqualität wurde das **Schlachtgewicht (warm)** als Kovariable eingesetzt.

Die Differenzen der Leistungen der Herkünfte bzw. der BHZP-Vergleichsgruppe zwischen den Prüfumwelten der Stationen wurden berechnet und auf ihre Signifikanz überprüft.

3.4.2 Korrelationen

Zur Klärung der Frage, inwiefern sich eventuell vorhandene Korrelationen zwischen Merkmalen der Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung (intramuskulärer Fettgehalt) zwischen den beiden Prüfumwelten unterscheiden, wurden die phänotypischen Korrelationen getrennt nach konventioneller und ökologischer Umwelt berechnet.

Sämtliche statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Programm SAS 8.01 (SAS INSTITUTE [2000]). Die Rohmittelwerte wurden mit der Prozedur MEANS, die Varianzanalysen mit der Prozedur GLM durchgeführt. Für den Vergleich der phänotypischen Korrelationen wurde mittels der Prozedur CORR der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet.

4 ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertungen sowie die phänotypischen Korrelationen zwischen den Merkmalen der Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung dargestellt. Bei der Beschreibung der varianzanalytischen Ergebnisse der Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung wird zuerst die Signifikanz der jeweils gewählten Effekte aufgelistet, anschließend werden die LSQ-Mittelwerte für die Interaktionskomponente Herkunft*Umwelt sowie die Differenzen der erzielten Leistungen der einzelnen Herkünfte zwischen den beiden Prüfumwelten beschrieben. Die LSQ-Mittelwerte der restlichen in den Modellen genutzten Effekte können dem Anhang entnommen werden.

4.1 Mastleistung

Tabelle 10 stellt die Signifikanzen der Einflussfaktoren Geschlecht, Herkunft und Umwelt auf die Mastleistung dar. Die Interaktion Herkunft*Umwelt erwies sich für alle Merkmale als höchst signifikant. Alle zusätzlich in die Analyse eingeflossenen Einzelfaktoren wiesen einen ebenfalls höchst signifikanten bzw. signifikanten Einfluss auf die täglichen Zunahmen, die Prüfdauer sowie die tägliche Futterraufnahme und Futtermittelverwertung auf.

Tabelle 10: Signifikanzen der Einflussfaktoren Geschlecht, Herkunft und Umwelt auf die Merkmale der Mastleistung

Merkmal	Herkunft	Umwelt	Geschlecht	Herkunft*Umwelt	Prüfanfangsgewicht
Tzpr	***	***	***	***	***
Prdauer	***	***	***	***	***
Gft	***	**	***	***	***
Gfuv	***	***	***	***	***

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; n.s.: nicht signifikant

Die Betrachtung der LSQ-Mittelwerte für die Einzelfaktoren Herkunft, Umwelt und Geschlecht (Anhang 4) zeigt, dass sich die täglichen Zunahmen zwischen den Herkünften um bis zu 100 g unterschieden. Die DUxDL-Tiere realisierten mit 883 g die höchsten, die Schweine der Herkunft PlxSH mit 782 g die niedrigsten täglichen Zunahmen. Die beiden AS- und SH-Reinzuchten erzielten tägliche Zunahmen von knapp 800 g (793 bzw. 791 g).

Aufgrund ihrer hohen täglichen Zunahmen im gesamten Mastabschnitt war die Prüfdauer der DUxDL-Tiere mit 100 Tagen am kürzesten. Die Reinzuchttiere der Herkunft AS und SH standen mit 110 Tagen am längsten in der Prüfung.

Die tägliche Futteraufnahme der Herkünfte lag zwischen 2,14 und 2,55 kg, wobei die BHZP-Schweine am wenigsten und die AS-Schweine am meisten Futter fraßen. Aus der täglichen Futteraufnahme und dem Gewichtszuwachs im Prüfabschnitt folgend, wies die Herkunft BHZP die günstigste Futterverwertung und die Herkunft AS die ungünstigste Futterverwertung auf (2,77 bzw. 3,31 kg). Neben den AS-Tieren lag die Futterverwertung der SH-Tiere mit 3,19 kg ebenfalls über 3 kg benötigtem Futter je kg Zuwachs.

Beim Vergleich der Leistungen der Prüftiere innerhalb der beiden Umwelten wird deutlich, dass die Schweine aus der konventionellen Prüfumwelt die günstigeren Werte für alle ausgewerteten Merkmale der Mastleistung erzielen konnten. Im Vergleich der Mastleistung der beiden Geschlechter schnitten die Kastraten zwar bei den täglichen Zunahmen und somit auch der Prüfdauer besser ab als die Sauen (837 vs. 796 g), dies aber zu Ungunsten der täglichen Futteraufnahme (2,41 vs. 2,23 kg) und der Futterverwertung (3,02 vs. 2,90 kg).

Die LSQ-Mittelwerte (Tabelle 11) nach Herkunft und Umwelt für die ausgewerteten Merkmale zeigen, dass abgesehen von der täglichen Futteraufnahme alle Herkünfte in der ökologischen Umwelt ein niedrigeres Leistungsniveau aufwiesen. Die Differenzen der einzelnen Herkünfte zwischen der konventionellen und der ökologischen Prüfumwelt für die betrachteten Merkmale waren unterschiedlich stark ausgeprägt (Tabelle 12). Während bei den AS-Schweinen der Unterschied in der täglichen Zunahme zwischen den Umwelten lediglich 12 g betrug, lagen die Zunahmen der ökologisch gehaltenen PlxDE-Tiere 200 g unter denen der konventionell aufgestellten PlxDE-Schweine. Die SH-Reinzuchttiere sowie die PlxAS-Kreuzungsschweine nahmen in der ökologischen Umwelt etwa 80 g weniger zu als die konventionell aufgestellten Tiere dieser Herkünfte. Ökologisch gehaltene Tiere der Herkünfte BHZP, DUxDL sowie PlxSH lagen in ihren täglichen Zunahmen ca. 150–160 g unter den konventionell gehaltenen Schweinen dieser Herkünfte.

Bei der Prüfdauer ergab sich bezüglich der Ausprägung der Differenzen ein ähnliches Bild. Insgesamt waren die Unterschiede in der täglich aufgenommenen Futtermenge zwischen den Umwelten für alle Herkünfte – mit Ausnahme der AS-Tiere und der Herkunft BHZP – relativ niedrig. Während die AS-Schweine unter ökologischen Bedingungen täglich fast 500 g Futter mehr fraßen als unter konventionellen Bedingungen, lag die tägliche Futteraufnahme der ökologisch aufgestellten BHZP-Schweine 140 g unter der der konventionell aufgestellten Tiere dieser Herkunft. Neben den BHZP-Tieren fraßen die PlxSH- und PlxDE-Schweine in der ökologischen Umwelt ebenfalls weniger als in der konventionellen Prüfumwelt. Die Unterschiede waren allerdings mit 10 g bzw. 80 g eher klein. Für das Merkmal der Futterverwertung wiesen die Schweine der Herkunft DUxDL die höchste, die Schweine der Herkunft SH die niedrigste Differenz zwischen den Umwelten zu Ungunsten der ökologischen Haltung auf (0,74 kg bzw. 0,14 kg)

Tabelle 11: LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Mastleistung für die einzelnen Herkünfte nach Umwelt

Herkunft	Umwelt	n ¹	Tzpr (g)	Prdauer (d)	n ²	Gft (kg)	Gfuv (kg)
BHZP	Konv	87	893 \pm 11	96 \pm 1	36	2,19 \pm 0,03	2,51 \pm 0,03
	Öko	58	734 \pm 14	117 \pm 2	12	2,09 \pm 0,05	3,04 \pm 0,05
AS	Konv	54	799 \pm 14	109 \pm 2	26	2,32 \pm 0,04	3,04 \pm 0,04
	Öko	28	787 \pm 19	112 \pm 2	3	2,80 \pm 0,10	3,60 \pm 0,11
SH	Konv	25	831 \pm 21	107 \pm 3	6	2,42 \pm 0,07	3,12 \pm 0,08
	Öko	26	751 \pm 21	114 \pm 3	6	2,45 \pm 0,07	3,26 \pm 0,08
PlxAS	Konv	59	852 \pm 13	100 \pm 2	26	2,20 \pm 0,04	2,68 \pm 0,04
	Öko	33	771 \pm 18	113 \pm 2	6	2,31 \pm 0,07	3,28 \pm 0,08
PlxSH	Konv	27	856 \pm 20	101 \pm 2	6	2,22 \pm 0,07	2,61 \pm 0,08
	Öko	28	709 \pm 19	117 \pm 2	6	2,21 \pm 0,07	3,02 \pm 0,08
PlxDE	Konv	64	943 \pm 13	90 \pm 2	32	2,27 \pm 0,03	2,51 \pm 0,03
	Öko	41	742 \pm 16	117 \pm 2	10	2,19 \pm 0,06	3,10 \pm 0,06
DUxDL	Konv	62	961 \pm 13	89 \pm 2	33	2,34 \pm 0,03	2,53 \pm 0,03
	Öko	43	805 \pm 16	111 \pm 2	10	2,51 \pm 0,06	3,27 \pm 0,06

¹: Anzahl Tiere, ²: Anzahl Gruppen

Bei näherer Betrachtung der Differenzen der Mastleistung nach Herkunft und Umwelt wird deutlich, dass lediglich bei der täglichen Futterraufnahme nicht alle Herkünfte eine einheitliche Leistungsausprägung in eine Richtung zeigten (Tabelle 12). Die bei den BHZP-, PlxSH- und PlxDE-Schweinen aufgetretenen Differenzen zugunsten der ökologischen Umwelt erwiesen sich jedoch als statistisch nicht signifikant.

Tabelle 12: Differenz und Signifikanz der Merkmale der Mastleistung für die einzelnen Herkünfte zwischen der ökologischen (Öko) und der konventionellen (Konv) Umwelt

Differenz Öko – Konv	BHZP	AS	SH	PlxAS	PlxSH	PlxDE	DUxDL
Tzpr (g)	-159 ***	-12 ^{n.s.}	-80 **	-81 ***	-147 ***	-201 ***	-155 ***
Prdauer (d)	20 ***	3 ^{n.s.}	7 ^{n.s.}	13 ***	16 ***	27 ***	22 ***
Gft (kg)	-0,10 ^{n.s.}	0,48 ***	0,03 ^{n.s.}	0,11 ^{n.s.}	-0,01 ^{n.s.}	-0,08 ^{n.s.}	0,17 **
Gfuv (kg)	0,53 ***	0,56 ***	0,14 ^{n.s.}	0,60 ***	0,41 ***	0,59 ***	0,74 ***

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; **n.s.**: nicht signifikant

Während sich die Mastleistungen der DUxDL-Schweine signifikant zwischen den Umwelten unterschieden, konnte für die SH-Tiere lediglich ein signifikanter Unterschied in den täglichen Zunahmen nachgewiesen werden. Damit grenzte sich diese Herkunft von den anderen Herkünften ab, bei denen sich – mit Ausnahme der AS-Schweine – nur die tägliche Futtermittelaufnahme zwischen den Umwelten signifikant unterschied. Die AS-Schweine hingegen waren die einzige Herkunft, bei der sich die täglichen Zunahmen nicht signifikant zwischen der ökologischen und der konventionellen Prüfumwelt unterschieden.

4.2 Schlachtkörperqualität

Die Signifikanz der Einflussfaktoren auf die Merkmale der Schlachtkörperqualität kann Tabelle 13 entnommen werden. Die Interaktion von Herkunft*Umwelt erwies sich für alle Schlachtkörpermaße mit Ausnahme der Schlachtkörperlänge als hoch bzw. höchst signifikant. Bei den Maßzahlen zur Fleischbeschaffenheit konnte lediglich für den pH₂₄-Wert gemessen im Schinken und für den Fleischhelligkeitswert ein höchst signifikanter bzw. signifikanter Einfluss der Interaktion von Herkunft*Umwelt nachgewiesen werden.

Während die Herkunft für alle untersuchten Merkmale als hoch bzw. höchst signifikanter Einflussfaktor auftrat, war der Einfluss der Umwelt auf fünf der Schlachtkörperqualitätsmerkmale nicht signifikant. Das Geschlecht der untersuchten Tiere hatte auf den pH- sowie den Lf-Wert im Kotelett (gemessen 24 Stunden nach der Schlachtung) sowie den Fleischhelligkeitswert keinen signifikanten Einfluss. Die Interaktion von Herkunft*Geschlecht erwies sich besonders für die Speckmaße und die mit diesen assoziierten Merkmalen wie dem Fleisch-Fett-Verhältnis sowie dem Fleischanteil nach Bonner Formel und dem Fleischanteil im Bauch als statistisch nachweisbarer Einfluss.

Tabelle 13: Signifikanzen der Einflussfaktoren Geschlecht, Herkunft und Umwelt auf die Merkmale der Schlachtkörperqualität und Fleischbeschaffenheit

Merkmal	Herkunft	Umwelt	Geschlecht	Herkunft* Geschlecht	Herkunft* Umwelt	Schlacht- gewicht
SkI	***	***	***	n.s.	n.s.	***
Ausschl	***	**	***	n.s.	**	***
Bmfa	***	**	***	**	***	***
Bfab	***	**	***	**	***	***
Rsl	***	**	***	*	***	***
Rsm	***	n.s.	***	*	**	***
Rsw	***	***	***	n.s.	***	***
Ss	***	n.s.	***	**	***	***
Sb	***	***	***	***	***	**
Fflk	***	***	***	n.s.	***	***
Feflk	***	**	***	**	***	***
Ffv	***	***	***	***	***	n.s.
pH1k	***	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.
pH24k	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
pH24s	***	n.s.	**	n.s.	***	n.s.
Lf1	***	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
Lf24	***	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Opto	*	**	n.s.	**	*	n.s.

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; n.s.: nicht signifikant

Die detaillierten LSQ-Mittelwerte der Merkmale der Schlachtkörperqualität für die Einzelfaktoren Herkunft, Umwelt und Geschlecht sowie Umwelt*Geschlecht können Anhang 5 entnommen werden. Die Schlachtkörperlängen der Herkünfte schwankten zwischen 99 und 104 cm (PlxAS bzw. SH), die Ausschachtung lag zwischen 76 und 78 % (DUxDL bzw. PlxSH und PlxDE). Die einzelnen Herkünfte unterschieden sich besonders deutlich in der Ausprägung der Speckauflagen sowie der Ausprägung der Fleischfläche im Kotelett. Daraus folgend unterscheiden sie sich auch im Fleischanteil nach der Bonner Formel, im Fleischanteil im Bauch und im Fleisch-Fett-Verhältnis. Die AS- und SH-Reinzuchten wiesen mit Abstand die höchsten Speckmaße und kleinsten Fleischflächen des Koteletts auf und erzielten relativ niedrige Fleischanteile von 49 bzw. 51 %. Die Schlachtkörper der Schweine der Herkünfte BHZP und PlxDE wiesen niedrigere Speckdicken und höhere Fleischanteile von 59 bzw. 58 % auf. Ein ähnliches Bild ergab sich für das Fleisch-Fett-Verhältnis. Für die Merkmale der Fleischbeschaffenheit lagen alle Herkünfte außerhalb der für Fleischmängel festgelegten Werte.

Der Vergleich der Schlachtkörperqualität zwischen den Prüfumwelten zeigte, dass die Unterschiede zwischen den beiden Umwelten weniger deutlich ausgeprägt waren als dies für die Merkmale der Mastleistung der Fall war. Insgesamt waren die Leistungen der Schweine aus der konventionellen Prüfumwelt etwas günstiger, lediglich bei der Schlachtkörperlänge und der

Seitenspeckdicke erzielten die Prüftiere aus der ökologischen Umwelt bessere Werte. Beim Vergleich der Leistungen der Schweine zwischen den Geschlechtern schnitten die weiblichen Tiere besser ab als die Kastraten. Die Schlachtkörper der weiblichen Schweine waren ca. 2 cm länger und der Fleischanteil bei insgesamt günstigeren Fleisch- und Speckmaßen um 3 % höher. Vergleicht man die Leistungen der Sauen und Kastraten innerhalb der einzelnen Herkünfte, fallen die Werte für den Fleischanteil und die Fettfläche des Koteletts der Herkunft SH auf. Der Fleischanteil unterschied sich im Gegensatz zu den anderen Herkünften kaum zwischen den beiden Geschlechtern und für die weiblichen Tiere wurden größere Fettflächen des Koteletts gemessen.

Die LSQ-Mittelwerte nach Herkunft und Umwelt sind in Tabelle 14 dargestellt. Im Vergleich zu den Merkmalen der Mastleistung lässt sich bei den Merkmalen der Schlachtkörperqualität und Fleischbeschaffenheit keine generelle Aussage bezüglich der Leistungen der Herkünfte zugunsten einer Prüfumwelt treffen. Bei den Fleischmaßen, d. h. der Ausschachtung sowie dem Fleischanteil nach Bonner Formel und dem Fleischanteil im Bauch, erzielten die meisten Herkünfte in der konventionellen Umwelt die besseren Leistungen. Die Ausnahme stellten die SH- und PlxSH-Schweine dar.

Die Rückenspeckdicken, gemessen an den Punkten Lende, Mitte und Widerrist, wiesen für die Schweine aus der ökologischen Umwelt zwischen 0,5 und 5 mm höhere Werte als für Schweine aus der konventionellen Umwelt auf. Die höchsten Rückenspeckdicken und die größten Unterschiede zwischen den beiden Prüfumwelten wurden am Widerrist gemessen. Die SH- und PlxSH-Tiere waren die einzige Herkunft, für die die Rückenspeckdicke am Widerrist sowie die Speckdicke über der Rückenmuskelfläche (Speckmaß B) in der ökologischen Prüfumwelt einen niedrigeren Wert aufwiesen als in der konventionellen. Im Fall der SH-Reinzuchttiere jedoch war die Differenz vernachlässigbar klein. Die gleichen Verhältnisse ließen sich für die Fettfläche des Koteletts nachweisen. Im Gegensatz dazu erwiesen sich die Messwerte des Seitenspecks für die meisten Herkünfte in der konventionellen Umwelt als ungünstiger. Lediglich die BHZP- und DUxDL-Schweine aus der konventionellen Haltung hatten eine niedrigere Seitenspeckdicke im Vergleich zu Schweinen dieser Herkünfte aus der ökologischen Haltung.

Die Fleischfläche des Koteletts war bei allen Herkünften – außer den SH-Reinzuchtieren – für Schweine aus der konventionellen Umwelt größer. Bei den SH-Schweinen unterschied sich die Ausprägung der Fleischflächen im Kotelett nicht zwischen den beiden Prüfumwelten. Aus den Fett- und Fleischflächen des Koteletts folgend lagen die Werte für das Fleisch-Fett-Verhältnis für alle Herkünfte, mit Ausnahme der PlxSH-Schweine, in der ökologischen Umwelt über denen der konventionellen Prüftiere. Die Herkunft AS wies, gefolgt von den SH Reinzuchtieren, in beiden Umwelten das mit Abstand höchste Fleisch-Fett-Verhältnis auf. Die größte Differenz zwischen den beiden Umwelten konnte für die DUxDL-Tiere nachgewiesen werden.

Tabelle 14: LSQ-Mittelwerte ± Standardfehler der Merkmale der Schlachtkörperqualität und Fleischbeschaffenheit für die einzelnen Herkünfte je Umwelt

Herkunft	Umwelt	n	Kl (cm)	Ausschl (%)	Bmta (%)	Bfab (%)	Rsl (cm)	Rsm (cm)	Rsw (cm)	Ss (cm)	Sb (cm)	Ftlk (cm ²)	Feflk (cm ²)	Ftv (1:1)	pH1k	pH24k	pH24s	Lf1	Lf24	Opto
BHZP	Konv	86	101 ±0,3	78 ±0,2	59,5 ±0,2	59,0 ±0,4	1,31 ±0,04	1,79 ±0,04	3,41 ±0,05	2,64 ±0,06	1,00 ±0,04	51,2 ±0,43	14,7 ±0,41	0,29 ±0,01	6,50 ±0,02	5,46 ±0,01	5,54 ±0,04	4,11 ±0,07	3,50 ±0,12	64 ±1
	Öko	57	102 ±0,4	77 ±0,2	58,6 ±0,3	57,3 ±0,4	1,49 ±0,05	1,84 ±0,05	3,61 ±0,06	2,68 ±0,08	1,17 ±0,05	46,6 ±0,53	16,0 ±0,50	0,35 ±0,01	6,43 ±0,02	5,47 ±0,01	5,37 ±0,04	4,22 ±0,08	3,34 ±0,14	62 ±1
AS	Konv	54	99 ±0,4	76 ±0,2	49,2 ±0,3	44,2 ±0,5	2,96 ±0,05	2,91 ±0,05	4,76 ±0,06	4,30 ±0,08	2,58 ±0,05	39,8 ±0,56	29,4 ±0,54	0,79 ±0,02	6,47 ±0,03	5,48 ±0,01	5,45 ±0,05	3,88 ±0,09	3,02 ±0,15	64 ±1
	Öko	28	100 ±0,5	75 ±0,3	48,3 ±0,4	43,5 ±0,6	3,17 ±0,07	3,03 ±0,07	5,02 ±0,08	4,19 ±0,11	2,63 ±0,07	38,8 ±0,76	30,3 ±0,72	0,82 ±0,02	6,49 ±0,04	5,47 ±0,02	5,65 ±0,06	3,83 ±0,12	2,66 ±0,20	61 ±11
SH	Konv	25	103 ±0,6	77 ±0,4	50,8 ±0,5	46,7 ±0,8	2,87 ±0,09	2,77 ±0,09	4,60 ±0,10	3,96 ±0,14	2,20 ±0,09	41,0 ±0,95	26,2 ±0,90	0,64 ±0,03	6,29 ±0,04	5,52 ±0,02	5,52 ±0,08	4,16 ±0,15	3,82 ±0,25	63 ±1,71
	Öko	26	105 ±0,6	76 ±0,4	51,7 ±0,5	47,5 ±0,8	2,66 ±0,09	2,52 ±0,08	4,63 ±0,10	3,65 ±0,14	2,18 ±0,09	39,7 ±0,95	26,2 ±0,90	0,66 ±0,03	6,28 ±0,04	5,50 ±0,02	5,55 ±0,08	4,13 ±0,15	3,39 ±0,25	65 ±2
PIXAS	Konv	59	98 ±0,3	78 ±0,2	56,8 ±0,3	55,4 ±0,4	1,71 ±0,05	2,13 ±0,05	3,84 ±0,06	3,07 ±0,07	1,30 ±0,05	50,6 ±0,52	18,8 ±0,49	0,38 ±0,01	6,37 ±0,02	5,46 ±0,01	5,43 ±0,04	4,12 ±0,08	3,51 ±0,14	62 ±1
	Öko	33	100 ±0,5	77 ±0,3	56,0 ±0,4	53,7 ±0,6	1,86 ±0,07	2,18 ±0,06	3,98 ±0,07	3,04 ±0,10	1,51 ±0,06	44,8 ±0,69	20,1 ±0,66	0,45 ±0,02	6,36 ±0,03	5,46 ±0,02	5,38 ±0,06	4,16 ±0,11	3,69 ±0,18	59 ±1
PIXSH	Konv	26	99 ±0,5	78 ±0,3	55,4 ±0,4	53,9 ±0,6	1,82 ±0,07	2,34 ±0,07	4,22 ±0,08	3,41 ±0,11	1,44 ±0,07	49,7 ±0,78	20,0 ±0,74	0,41 ±0,02	6,27 ±0,04	5,50 ±0,02	5,51 ±0,07	4,39 ±0,12	5,20 ±0,21	64 ±1
	Öko	28	101 ±0,5	78 ±0,3	57,3 ±0,4	56,5 ±0,6	1,67 ±0,07	2,15 ±0,07	3,84 ±0,08	2,76 ±0,11	1,23 ±0,07	49,7 ±0,75	17,6 ±0,72	0,36 ±0,02	6,26 ±0,04	5,47 ±0,02	5,47 ±0,06	4,54 ±0,12	4,43 ±0,20	65 ±1
PIXDE	Konv	64	99 ±0,3	78 ±0,2	58,8 ±0,3	57,5 ±0,4	1,35 ±0,05	1,86 ±0,04	3,45 ±0,05	2,88 ±0,07	1,09 ±0,04	52,1 ±0,50	17,2 ±0,48	0,34 ±0,01	6,46 ±0,02	5,45 ±0,01	5,75 ±0,04	4,00 ±0,08	3,42 ±0,13	66 ±1
	Öko	41	102 ±0,4	78 ±0,3	57,9 ±0,4	56,2 ±0,5	1,42 ±0,06	1,91 ±0,06	3,83 ±0,07	2,88 ±0,09	1,27 ±0,06	47,4 ±0,62	18,0 ±0,59	0,39 ±0,02	6,48 ±0,03	5,43 ±0,01	5,51 ±0,05	4,20 ±0,10	3,18 ±0,16	60 ±1
DUXDL	Konv	62	102 ±0,3	77 ±0,2	58,2 ±0,3	56,7 ±0,4	1,46 ±0,05	1,89 ±0,05	3,65 ±0,06	2,77 ±0,07	1,25 ±0,05	46,7 ±0,52	17,1 ±0,50	0,37 ±0,01	6,47 ±0,02	5,50 ±0,01	5,54 ±0,04	4,08 ±0,08	3,21 ±0,14	66 ±1
	Öko	42	104 ±0,4	75 ±0,3	55,6 ±0,4	52,7 ±0,5	1,84 ±0,06	2,10 ±0,06	4,15 ±0,07	3,14 ±0,09	1,66 ±0,06	41,2 ±0,62	21,0 ±0,59	0,52 ±0,02	6,45 ±0,03	5,46 ±0,01	5,54 ±0,05	4,21 ±0,10	3,07 ±0,16	62 ±1

Die erfassten Fleischbeschaffenheitsmerkmale gaben keine Hinweise auf eine DFD- oder PSE-Problematik. Bei den SH- und PlxSH-Schweinen wurden 45 Minuten nach der Schlachtung (pH1) die niedrigsten pH-Werte im Kotelett gemessen, die PlxAS-Tiere nahmen für dieses Merkmal eine Mittelstellung ein. Die pH1-Werte der einzelnen Herkünfte unterschieden sich nur marginal zwischen den Prüfumwelten und waren mit Ausnahme der AS- und PlxDE-Schweine in der ökologischen Umwelt niedriger. 24 Stunden nach der Schlachtung konnten für die pH-Werte im Kotelett keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Herkünften und den Umwelten festgestellt werden. Die Ausprägung des pH24-Werts gemessen im Schinken war uneinheitlicher und unterschied sich am stärksten bei den BHZP-, AS- und PlxDE-Schweinen zwischen den Umwelten. Die AS- und SH-Reinzuchttiere wiesen als einzige Herkünfte aus der ökologischen Haltung einen höheren pH24-Wert im Schinken auf als die konventionell gehaltenen Schweine. Bei den DUxDL Schweinen unterschieden sich die Messwerte zwischen den Umwelten nicht.

Die Leitfähigkeit im Kotelett war zum Zeitpunkt der ersten Messung, mit Ausnahme der AS- und SH-Reinzuchttiere, bei den Schweinen aus der ökologischen Herkunft höher als dies bei Schweinen aus der konventionellen Umwelt der Fall war. Bei der zweiten Messung 24 Stunden nach der Schlachtung waren die PlxAS-Tiere die einzige Herkunft die in der ökologischen Haltung eine höhere Leitfähigkeit im Kotelett erzielte. Insgesamt waren die Lf24-Werte im Kotelett niedriger als die nach einer Stunde gemessenen Werte. Die Differenzen der Messwerte zwischen den beiden Prüfumwelten waren allerdings größer als bei der ersten Messung. Die PlxSH-Schweine wiesen im Vergleich zu den anderen Herkünften einen relativ hohen Lf24-Wert auf und waren die einzige Herkunft, deren Lf-Wert nicht innerhalb von 24 Stunden gesunken war.

Die Werte der Fleischhelligkeit im Kotelett waren, abgesehen von den SH- und PlxSH-Schweinen, für die Schweine aus der konventionellen Prüfumwelt höher, das Fleisch somit heller. Die PlxAS-Schweine hatten von allen Herkünften in beiden Umwelten die dunkelste Fleischfarbe. Die hellste Fleischfarbe der Tiere aus der konventionellen Umwelt hatten die PlxDE- und DUxDL-Schweine, aus der ökologischen Umwelt waren dies die SH- und PlxSH-Schweine.

Die Differenzen der einzelnen Herkünfte für die Merkmale der Schlachtkörperqualität und Fleischbeschaffenheit zwischen der ökologischen und der konventionellen Prüfumwelt nahmen im Vergleich zur Mastleistung in stärkerem Maße unterschiedliche Vorzeichen an (Tabelle 15). Für die Fleischbeschaffenheitsmerkmale ließen sich kaum signifikante Unterschiede zwischen den Umwelten finden. Während für die Mastleistungsmerkmale von allen Herkünften in der konventionellen Umwelt die besseren Leistungen erzielt wurden, unterschieden sich vor allem die SH- und PlxSH-Schweine in Stärke und Richtung der Leistungsdifferenzen der Schlachtkörperqualität von den anderen Prüftieren. Dies war besonders bei den Speckmaßen und den daraus berechneten Fleischanteilen (gesamt) und im Bauch zu beobachten, bei denen die beiden genannten Herkünfte niedrigere Speckmaße in der ökologischen Umwelt aufwiesen. Die Differenz für die Speckmaße Rsm, Rsw, Ss, Sb sowie Feflk war bei den PlxSH-Schweinen signifikant. Zusammen mit den AS-Schweinen, die als einzige Herkunft einen höheren pH24-Wert im Schinken in der ökologischen Umwelt aufwiesen, waren die PlxSH-Schweine die

einzigsten beiden Herkünften, bei denen die Umkehrung der Leistung zwischen den Umwelten signifikant war.

Von den geprüften Herkünften waren die SH-Schweine die Herkunft mit den geringsten Leistungsdifferenzen zwischen den beiden Umwelten, was sich in der Signifikanz der Differenzen widerspiegelt. Lediglich die Schlachtkörperlänge und der Rückenspeck gemessen in der Mitte des Rückens unterschieden sich bei dieser Herkunft signifikant zwischen den beiden Umwelten. Im Gegensatz dazu waren nahezu alle Leistungsdifferenzen zwischen den beiden Prüfumwelten für die Merkmale der Schlachtkörperqualität bei der Herkunft DUxDL signifikant.

Tabelle 15: Differenz und Signifikanz der Merkmale der Schlachtkörperqualität für die einzelnen Herkünfte zwischen der ökologischen (Öko) und der konventionellen (Konv) Umwelt

Differenz Öko - Konv	BHZP	AS	SH	PIxAS	PIxSH	PIxDE	DUxDL
Kl (cm)	1,92 ***	0,89 ^{n.s.}	1,98 **	2,29 ***	1,08 ^{n.s.}	2,36 ***	2,31 ***
Ausschl (%)	-0,44 ^{n.s.}	-0,70 ^{n.s.}	-0,29 ^{n.s.}	-0,65 ^{n.s.}	0,79 ^{n.s.}	-0,26 ^{n.s.}	-1,38 ***
Bmfa (%)	-0,95 *	-0,90 ^{n.s.}	0,86 ^{n.s.}	-0,85 ^{n.s.}	1,82 **	-0,91 *	-2,59 ***
Bfab (%)	-1,70 **	-0,78 ^{n.s.}	0,74 ^{n.s.}	-1,69 **	2,65 **	-1,25 ^{n.s.}	-4,02 ***
Rsl (cm)	0,18 **	0,21 *	-0,20 ^{n.s.}	0,14 ^{n.s.}	-0,15 ^{n.s.}	0,07 ^{n.s.}	0,38 ***
Rsm (cm)	0,05 ^{n.s.}	0,12 ^{n.s.}	-0,25 **	0,05 ^{n.s.}	-0,19 *	0,04 ^{n.s.}	0,22 **
Rsw (cm)	0,20 **	0,27 **	0,02 ^{n.s.}	0,15 ^{n.s.}	-0,38 **	0,38 ***	0,50 ***
Ss (cm)	0,04 ^{n.s.}	-0,12 ^{n.s.}	-0,31 ^{n.s.}	-0,02 ^{n.s.}	-0,65 ***	0,00 ^{n.s.}	0,37 **
Sb (cm)	0,17 **	0,05 ^{n.s.}	-0,01 ^{n.s.}	0,21 **	-0,21 *	0,19 **	0,41 ***
Flflk (cm ²)	-4,55 ***	-1,04 ^{n.s.}	-1,27 ^{n.s.}	-5,86 ***	-0,01 ^{n.s.}	-4,71 ***	-5,50 ***
Feflk (cm ²)	1,31 *	0,97 ^{n.s.}	0,05 ^{n.s.}	1,31 ^{n.s.}	-2,44 *	0,91 ^{n.s.}	3,83 ***
Ffv (1:)	0,06 **	0,03 ^{n.s.}	0,02 ^{n.s.}	0,08 **	-0,05 ^{n.s.}	0,05 *	0,15 ***
pH1k	-0,07 *	0,02 ^{n.s.}	0,00 ^{n.s.}	-0,01 ^{n.s.}	-0,02 ^{n.s.}	0,03 ^{n.s.}	-0,02 ^{n.s.}
pH24k	0,01 ^{n.s.}	-0,01 ^{n.s.}	-0,02 ^{n.s.}	0,01 ^{n.s.}	-0,03 ^{n.s.}	-0,03 ^{n.s.}	-0,03 ^{n.s.}
pH24s	-0,17 **	0,20 *	0,03 ^{n.s.}	-0,04 ^{n.s.}	-0,04 ^{n.s.}	-0,24 ***	0,00 ^{n.s.}
Lf1	0,11 ^{n.s.}	-0,05 ^{n.s.}	-0,03 ^{n.s.}	0,04 ^{n.s.}	0,15 ^{n.s.}	0,20 ^{n.s.}	0,12 ^{n.s.}
Lf24	-0,16 ^{n.s.}	-0,36 ^{n.s.}	-0,44 ^{n.s.}	0,18 ^{n.s.}	-0,78 **	-0,24 ^{n.s.}	-0,14 ^{n.s.}
Opto	-1,94 ^{n.s.}	-3,48 *	2,20 ^{n.s.}	-3,58 *	1,23 ^{n.s.}	-5,60 ***	-3,12 *

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; **n.s.**: nicht signifikant

4.3 Fleischzusammensetzung

Tabelle 16 stellt die Signifikanz der Einflussfaktoren auf die Fleischzusammensetzung dar. Für die Faktoren Herkunft und Umwelt konnte ein höchst signifikanter Einfluss auf die Anteile von Fett, Protein und Wasser in Proben des *M. longissimus dorsi* zwischen der 12. und 13. Rippe nachgewiesen werden. Das Geschlecht erwies sich lediglich für den Proteinanteil als nicht signifikanter Einfluss. Ebenso hatten die Interaktionen zwischen Herkunft und Geschlecht sowie Umwelt und Geschlecht keinen Einfluss auf den Proteingehalt der untersuchten Proben. Die beiden genannten Interaktionen konnten als statistisch signifikante Einflussgrößen auf den Fettgehalt im analysierten Muskel ermittelt werden. Alle gewählten Einzelfaktoren sowie die Interaktionen zwischen Herkunft und Geschlecht und Umwelt und Geschlecht hatten einen höchst signifikanten Einfluss auf den Anteil an Wasser der gezogenen Kotelettproben. Die Interaktionskomponente Herkunft*Umwelt zeigte einen höchst signifikanten bzw. hoch signifikanten Einfluss auf die Anteile von Fett, Protein und Wasser im Muskel.

Tabelle 16: Signifikanzen der Einflussfaktoren Geschlecht, Herkunft und Umwelt auf die Merkmale der Fleischzusammensetzung

Merkmal	Herkunft	Umwelt	Geschlecht	Herkunft* Geschlecht	Umwelt* Geschlecht	Herkunft* Umwelt
Fett	***	***	***	**	*	***
Protein	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	***
Wasser	***	***	***	***	***	**

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; n.s.: nicht signifikant

Die LSQ-Mittelwerte der Einzelfaktoren Herkunft, Umwelt und Geschlecht sowie der Interaktionen aus Herkunft*Geschlecht und Umwelt*Geschlecht können Anhang 6 entnommen werden. Für die fünf untersuchten Herkünfte lagen die Werte des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) zwischen 1,63 und 2,61 % (PlxDE vs. PlxAS). Beim Vergleich des IMF innerhalb der Einzelfaktoren Umwelt und Geschlecht zeigte sich, dass dieser für die Tiere aus der ökologischen Prüfumwelt um ca. 1,4 % und für die Kastraten ca. 0,5 % höher ausfiel. Daraus folgend konnte für die Kastraten aus der ökologischen Haltung der höchste (3,15 %) und für die Sauen aus der konventionellen Haltung der niedrigste (1,26 %) IMF nachgewiesen werden. Die Differenz zwischen den beiden Geschlechtern war in der ökologischen Prüfumwelt höher. Der Vergleich des IMF getrennt nach Geschlecht innerhalb der Herkünfte macht ebenfalls die Überlegenheit der Kastraten für dieses Merkmal deutlich. Die Kastraten der Herkunft PlxAS hatten mit 3,13 % den höchsten IMF, die Kastraten der Herkunft PlxDE mit 1,78 % den niedrigsten. Bei den weiblichen Tieren schwankten die Werte zwischen 2,31 und 1,48 % (DUxDL vs. PlxDE).

Die LSQ-Mittelwerte in Tabelle 17 geben Aufschluss über die prozentualen Anteile von Fett, Protein und Wasser je nach Prüfumwelt innerhalb der Herkünfte. Der Gehalt an IMF nahm Werte zwischen 1,02 und 3,63 % an, wobei die Tiere aus der ökologischen Prüfumwelt die höheren Werte realisierten. Von den ökologisch gehaltenen und gefütterten Schweinen hatten die PlxDE-Tiere den niedrigsten, die PlxAS-Tiere den höchsten IMF (2,29 vs. 3,63 %). Die höchsten Werte für den IMF in der konventionellen Prüfumwelt wurden von den AS-Schweinen mit 1,79 % erzielt. Die PlxDE-Schweine aus der konventionellen Prüfumwelt wiesen mit 0,97 % den niedrigsten IMF auf. Der Proteingehalt lag zwischen 22,48 und 24,54 %, die Tiere aus der ökologischen Prüfumwelt zeigten grundsätzlich niedrigere Werte als Tiere aus der konventionellen. Für die AS-Reinzuchttiere wurde in beiden Umwelten der höchste Proteinanteil im Muskel gemessen. Den niedrigsten prozentualen Proteinanteil in der ökologischen Prüfumwelt erzielten die BHZP-Tiere, in der konventionellen Umwelt die PlxDE-Schweine. Der prozentuale Anteil von Wasser unterschied sich nur marginal zwischen den Umwelten. Die höchsten Wasseranteile im *M. longissimus dorsi* zeigten die BHZP- und PlxDE-Schweine, die niedrigsten Werte wurden für die AS-Reinzuchttiere aus der konventionellen Umwelt und die PlxAS-Kreuzungsschweine aus der ökologischen Umwelt gemessen.

Tabelle 17: LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Fleischzusammensetzung für die einzelnen Herkünfte je Umwelt

Herkunft	Umwelt	n	Fett (%)	Protein (%)	Wasser (%)
BHZP	Konv	54	1,02 \pm 0,10	24,25 \pm 0,09	74,82 \pm 0,09
	Öko	31	2,36 \pm 0,14	22,48 \pm 0,11	74,91 \pm 0,12
AS	Konv	50	1,79 \pm 0,11	24,54 \pm 0,09	74,02 \pm 0,09
	Öko	30	2,49 \pm 0,14	23,74 \pm 0,11	73,91 \pm 0,12
PlxAS	Konv	56	1,59 \pm 0,10	24,31 \pm 0,08	74,35 \pm 0,09
	Öko	33	3,63 \pm 0,13	22,49 \pm 0,11	73,67 \pm 0,11
PlxDE	Konv	61	0,97 \pm 0,10	24,17 \pm 0,08	74,90 \pm 0,08
	Öko	34	2,29 \pm 0,13	22,81 \pm 0,11	74,79 \pm 0,11
DUxDL	Konv	55	1,74 \pm 0,10	23,91 \pm 0,09	74,51 \pm 0,09
	Öko	40	3,20 \pm 0,12	22,55 \pm 0,10	74,09 \pm 0,10

Die Differenzen für die Fleischzusammensetzung der einzelnen Herkünfte zwischen den beiden Prüfumwelten sind in Tabelle 18 dargestellt. Die Fett- und die Proteinanteile unterschieden sich bei allen Herkünften hoch bzw. höchst signifikant zwischen der konventionellen und der ökologischen Prüfumwelt. Bei keiner der Herkünfte unterschieden sich die Differenzen für diese beiden Merkmale in ihrer Ausprägungsrichtung zwischen den Umwelten. Der Fettgehalt nahm in der ökologischen Prüfumwelt höhere Werte an, der Proteingehalt hingegen niedrigere.

Als einzige Herkunft wiesen die PIxAS-Schweine eine höchst signifikante Differenz für den Wassergehalt zwischen den Umwelten auf, wobei dieser insgesamt in der ökologischen Umwelt niedriger war.

Tabelle 18: Differenz und Signifikanz der Merkmale der Fleischzusammensetzung für die einzelnen Herkünfte zwischen der ökologischen (Öko) und der konventionellen (Konv) Umwelt

Differenz Öko-Konv	BHZZP	AS	PIxAS	PIxDE	DUxDL
Fett (%)	1,34 ***	0,70 ***	2,04 ***	1,33 ***	1,46 ***
Protein (%)	-1,77 ***	-0,80 ***	-1,81 ***	-1,36 ***	-1,36 ***
Wasser (%)	0,09 n.s.	-0,11 n.s.	-0,68 ***	-0,11 n.s.	-0,43 **

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; n.s.: nicht signifikant

4.4 Phänotypische Korrelationen

In Tabelle 19 sind die phänotypischen Korrelationen nach Pearson zwischen ausgewählten Merkmalen der Mastleistung und Schlachtkörperqualität sowie des IMF getrennt nach den beiden Prüfumwelten dargestellt. Außer bei den Fleisch- und Speckmaßen lagen zwischen den gewählten Merkmalen lediglich schwache bis mittlere Korrelationen vor. Die tägliche Futtermittelaufnahme wies in beiden Prüfumwelten eine schwach positive Korrelation mit der Futtermittelverwertung, der täglichen Zunahme, dem IMF sowie der Fettfläche des Koteletts und des gesamten Schlachtkörpers auf. Mit Ausnahme einer mittleren negativen und einer schwach negativen Korrelation mit der Fleischfläche des Koteletts bzw. den täglichen Zunahmen in der konventionellen Umwelt, lagen alle Korrelationen der Futtermittelverwertung mit den restlichen gewählten Merkmalen im schwach positiven Bereich. Daneben unterschieden sich lediglich die Korrelationen der täglichen Zunahmen mit den restlichen Merkmalen zwischen den Umwelten. Während die Korrelationen der täglichen Zunahme in der ökologischen Umwelt, mit Ausnahme der Fleischfläche im Kotelett, durchweg schwach positiv ausfielen, kehrten sich die Korrelationen in der konventionellen Umwelt um und nahmen schwach negative Werte an. Der IMF war in beiden Umwelten negativ mit der Fleischfläche des Koteletts korreliert, die Korrelation mit den restlichen Merkmalen war in beiden Umwelten positiv. In der ökologischen Prüfumwelt waren die Korrelationen des IMF mit den anderen Merkmalen durchweg sehr niedrig, in der konventionellen Prüfumwelt lagen die Werte des Korrelationskoeffizienten etwas höher (0,43 bis 0,54). Die Fleischflächen des Koteletts waren in beiden Umwelten auf schwachem bis mittlerem Niveau negativ mit den gewählten Speckmaßen korreliert. Mittlere bis hohe positive Korrelationen in beiden Umwelten wurden sowohl zwischen der Fettfläche des Koteletts mit den Speckmaßen des Schlachtkörpers und diesen untereinander berechnet.

Tabelle 19: Phänotypische Korrelationen (Koeffizient nach Pearson, Signifikanz, n untereinander) ausgewählter Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperqualität nach Umwelten getrennt (oberhalb der Diagonale Konv, unterhalb der Diagonale Öko)

	Gft	Gfuv	Tzpr	Fett	Flflk	Feflk	Rsl	Rsm	Rsw	Ss	Sb
Gft		0,24 *** 378	0,27 *** 378	0,14 * 276	-0,38 *** 375	0,20 *** 375	0,23 *** 375	0,11 * 375	0,17 *** 375	0,24 *** 375	0,25 *** 375
Gfuv	0,30 *** 241		-0,37 *** 378	0,35 *** 276	-0,59 *** 375	0,59 *** 375	0,68 *** 375	0,56 *** 375	0,58 *** 375	0,53 *** 375	0,67 *** 375
Tzpr	0,47 *** 241	0,29 *** 241		-0,05 n.s. 276	0,11 * 375	-0,16 ** 375	-0,21 *** 375	-0,23 *** 375	-0,24 *** 375	-0,08 n.s. 375	-0,20 *** 375
Fett	0,17 * 151	0,05 n.s. 151	0,14 n.s. 166		-0,54 *** 276	0,46 *** 276	0,46 *** 276	0,42 *** 276	0,43 *** 276	0,43 *** 276	0,54 *** 276
Flflk	-0,42 *** 239	-0,32 *** 239	-0,17 ** 255	-0,09 n.s. 166		-0,61 *** 375	-0,70 *** 375	-0,53 *** 375	-0,58 *** 375	-0,59 *** 375	-0,76 *** 375
Feflk	0,36 *** 239	0,25 *** 239	0,21 *** 255	0,12 n.s. 166	-0,55 *** 255		0,81 *** 375	0,77 *** 375	0,75 *** 375	0,81 *** 375	0,90 *** 375
Rsl	0,35 *** 239	0,24 *** 239	0,19 ** 255	0,08 n.s. 166	-0,58 *** 255	0,86 *** 255		0,83 *** 375	0,81 *** 375	0,81 *** 375	0,89 *** 375
Rsm	0,22 *** 239	0,13 * 239	0,11 n.s. 255	0,16 * 166	-0,38 *** 255	0,80 *** 255	0,81 *** 255		0,81 *** 375	0,77 *** 375	0,84 *** 375
Rsw	0,34 *** 239	0,22 *** 239	0,11 n.s. 255	0,17 * 166	-0,53 *** 255	0,80 *** 255	0,80 *** 255	0,75 *** 255		0,75 *** 375	0,81 *** 375
Ss	0,40 *** 239	0,20 ** 239	0,28 *** 255	0,18 * 166	-0,54 *** 255	0,83 *** 255	0,77 *** 255	0,69 *** 255	0,73 *** 255		0,85 *** 375
Sb	0,39 *** 239	0,29 *** 239	0,20 ** 255	0,14 n.s. 166	-0,69 *** 255	0,96 *** 255	0,86 *** 255	0,78 *** 255	0,79 *** 255	0,83 *** 255	

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; n.s.: nicht signifikant

Die Berechnung der Korrelationen getrennt nach Umwelten innerhalb der untersuchten Herkünfte ergab ein uneinheitliches Bild von Richtung und Stärke. Nahezu alle Korrelationen der Fleisch- und Fettflächen des Koteletts sowie der Speckmaße lagen – wie in der Auswertung über alle Herkünfte – in beiden Umwelten im schwach bis mittleren positiven Bereich. Die Korrelationen der Merkmale der Mastleistung und des intramuskulären Fettgehaltes unterschieden sich in Höhe und Richtung jedoch sowohl zwischen den Herkünften als auch zwischen den Umwelten innerhalb der Herkünfte. Die Korrelationen dieser Merkmale nach Herkunft und Umwelt getrennt können im Detail Anhang 7 entnommen werden.

5 DISKUSSION

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es zu überprüfen, ob bei der Haltung genetisch unterschiedlicher Schweineherkünfte unter konventionellen und ökologischen Haltungs- und Fütterungsbedingungen G-U-Interaktionen auftreten. Im Folgenden wird zunächst der Aufbau der Untersuchung diskutiert, anschließend wird auf die einzelnen Einflussfaktoren auf die Leistungen der im Versuch eingesetzten Schweine eingegangen.

5.1 Aufbau der Untersuchung

5.1.1 Statistische Auswertung

Die Analyse von G-U-Interaktionen kann in Abhängigkeit des vorliegenden Datenmaterials mittels Varianzanalyse, der Schätzung genetischer Korrelationen oder einem Reaktions-Normen-Modell erfolgen. In dieser Untersuchung wurde aus den folgenden Gründen die Methode der Varianzanalyse angewendet:

Die Voraussetzung zur Berechnung genetischer Korrelationen ist die Aufstallung verwandter Prüftiere in zwei unterschiedlichen Umwelten. In der Regel werden Nachkommenleistungen bestimmter Väter in verschiedenen Umwelten überprüft. Im Gegensatz zur Rinderzucht, wo im Zuge der Zuchtwertschätzung routinemäßig Leistungsinformationen von Bullennachkommen in verschiedenen Betrieben erhoben werden können, stehen in der Schweinemast mit Verwandtschaftsbeziehungen verknüpfte Leistungsdaten von Tieren in verschiedenen Betrieben nicht zur Verfügung. Lediglich innerhalb von Zuchtprogrammen bzw. Leistungsprüfungen auf Stationen können Daten zu den Leistungen bestimmter Ebernachkommen erhoben werden. Des Weiteren ist die Anzahl der in der Schweinezucht eingesetzten Vatertiere gegenüber der Rinderzucht relativ hoch. Daraus folgend ist zum einen die Anzahl der Nachkommen je Vatertier niedriger, zum anderen stehen die Nachkommen einzelner Väter in vergleichsweise wenigen Betrieben. In der vorliegenden Untersuchung ging es vorrangig um den Vergleich von genetisch unterschiedlichen Populationen und nicht um die Leistung züchterisch interessanter Individuen, die Reaktion einzelner bestimmter Nachkommen auf unterschiedliche Umweltbedingungen war daher wenig relevant.

Gegen die Anwendung eines Reaktions-Normen-Modells zur Beantwortung der Fragestellung dieser Untersuchung sprach neben der erwähnten Problematik der Verwandtschaftsbeziehungen die Tatsache, dass sich Reaktionsnormen für Haltungs- bzw. Managementsysteme schwer finden lassen. Die Reaktionsnorm beschreibt die phänotypische Leistung von Tieren als Anpassung an sich graduell verändernde Umweltbedingungen.

In dieser Untersuchung wurde ein Vergleich zweier unterschiedlicher Tierhaltungssysteme durchgeführt, bei denen eine Variation im Ganzen und auch einzelner Faktoren nicht gewünscht war und bei dem durch eine graduelle Veränderung der Umweltbedingungen die Ergebnisse verfälscht worden wären.

Um die Ergebnisse, die von den Versuchsschweinen auf beiden Stationen erzielt wurden, miteinander vergleichen zu können, wurden die Leistungen aller Herkünfte zu der der BHZP-Schweine der jeweiligen Station innerhalb der einzelnen Durchgänge in Beziehung gesetzt. Ein so transformierter Datensatz enthält die Leistungsabweichungen der Herkünfte zur BHZP-Vergleichsgruppe und ist um die Faktoren Station und Durchgang bereinigt. Daher können bei der nachfolgenden Analyse sämtliche Herkünfte mittels dieser Abweichungen untereinander verglichen werden. Da die Zielsetzung der Untersuchung das Auffinden möglicher G-U-Interaktionen war, ist die Leistungshöhe für die einzelnen Merkmale von untergeordneter Bedeutung, die Differenzhöhen bzw. -richtungen zwischen den Umwelten sind das entscheidende Auswertungsmerkmal. Mögliche Unterschiede im Leistungsniveau, die aufgrund von Haltungs- bzw. Fütterungsunterschieden zwischen den Stationen zustande kamen, sind daher nicht von Bedeutung. Die Tatsache, dass sich die Leistungsdifferenzen der BHZP-Vergleichsgruppe zwischen den Umwelten bezüglich der Schlachtkörperqualität auf den beiden Stationen unterschieden, beeinträchtigt die Auswertung der Daten auf mögliche G-U-Interaktionen nicht. Allerdings muss dies beim Vergleich der Leistungen der SH- und PlxSH-Schweine mit den anderen Herkünften und der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden.

5.1.2 Unterschiede zwischen den Stationen anhand der BHZP-Vergleichsgruppe

In welchem Ausmaß sich die unterschiedlichen Haltungs-, Fütterungs- und jahreszeitlich bedingten Temperaturunterschiede der beiden Stationen auf die Leistung der Schweine ausgewirkt haben könnten, kann lediglich anhand des Vergleiches der Leistungen der BHZP-Vergleichsgruppe überprüft werden. In Anbetracht der Zielsetzung dieser Untersuchung und der daraus resultierenden statistischen Auswertung der hierfür benötigten Daten sind die möglichen Auswirkungen dieser Unterschiede von untergeordneter Bedeutung. Der Vollständigkeit halber sollen sie im Folgenden dargestellt und diskutiert werden. In Anhang 8 werden die Signifikanzen der gewählten Einflussfaktoren (siehe 3.4) auf die Mastleistung und Schlachtkörperqualität der BHZP-Vergleichsgruppe dargestellt, die LSQ-Mittelwerte und Standardfehler können den Anhängen 9 und 10 entnommen werden. In Anhang 12 und Anhang 13 werden die phänotypischen Korrelationen dieser Gruppe für die beiden Stationen getrennt dargestellt.

5.1.2.1 Haltung und Fütterung

Bedingt durch die auf den Versuchstationen zur Verfügung stehenden Aufstallungsmöglichkeiten, konnte den Schweinen in beiden Stationen kein Auslauf im Freien gewährt werden. Die EU-Verordnung 1804/1999 schreibt für Mastschweine bis zu einem Gewicht von 110 kg zusätzlich zur Stallfläche eine Auslauffläche von 1 m² vor. Untersuchungen zum Einfluss des Flächenangebotes auf die Leistungen von Mastschweinen ergaben, dass bei einem erhöhten Platzangebot unter ansonsten identischen Haltungsbedingungen kein Unterschied in den Mastleistungen und Schlachtkörperqualitäten der Tiere bestand (LEWIS *et al.*, 1989; ENFÄLT *et al.*, 1993; GENTRY *et al.*, 2002b). Es ist daher anzunehmen, dass ein nach EU-Verordnung zusätzlich gewährter Auslauf im Freien die in der vorliegenden Untersuchung erzielten Produktionsleistungen weder positiv noch negativ beeinflusst hätte. Des Weiteren konnten, bedingt durch zeitliche Restriktionen bei der Aufstallung von Schweinen, in der LPA Rohrsen die Schweine immer nur in der zweiten Jahreshälfte der Jahre 2004–2006 aufgestellt werden, sodass sich hier die Mastabschnitte jeweils von Juli–Dezember erstreckten. Die drei Durchgänge der Station Neu-Ulrichstein fanden im Jahr 2004 von September–Dezember sowie im Jahr 2005 von Februar–Juli und von August–Dezember statt. Da die Ställe der ökologisch gehaltenen Schweine als Außenklimaställe konzipiert waren, könnten die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in Abhängigkeit der Prüfabschnitte einen Einfluss auf die Leistungen der Schweine ausgeübt haben.

Die Analysewerte der verfütterten Rationen verdeutlichen, dass sich die in der ökologischen Prüfumwelt verfütterten Rationen der beiden Stationen unterschieden. Die Energie- und Rohproteingehalte des für die Station Neu-Ulrichstein zugekauften Mischfuttermittels waren aufgrund des höheren Getreideanteils und des Einsatzes ökologischer Sojabohnen um 0,7 MJ ME bzw. um 2,1 % höher als in der in Rohrsen verfütterten Eigenmischung. Der Rohfasergehalt der Neu-Ulrichsteiner Ration war 1,2 % niedriger und der Fettgehalt 2,2 % höher. Bedingt durch den alleinigen Einsatz heimischer Leguminosen als Eiweißträger in der Rohrsener Futtermischung lagen die Gehalte der Aminosäuren Methionin und Cystin unter denen der in Neu-Ulrichstein verfütterten Ration. Der Lysingehalt lag in den beiden Futtermischungen zwischen 9,4 und 9,5 %, das Verhältnis von Energie zu Lysin lag zwischen 0,71 bzw. 0,76 g Lysin/MJ ME. Dies entspricht dem von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in ihren Fütterungsempfehlungen geforderten Niveau (DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS GESELLSCHAFT (DLG), 2002; BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2005). Die in dieser Untersuchung verfütterten ökologischen Rationen wiesen im Vergleich zu den unter praktischen Bedingungen verfütterten Mischungen einen relativ hohen Rohproteingehalt mit einem guten Aminosäuren-Muster auf.

5.1.2.2 Einfluss auf die Mastleistung

Die Signifikanzen der Einflussfaktoren Station, Umwelt und Geschlecht zeigten im Bezug auf die Merkmale der Mastleistung der BHZP-Vergleichsgruppe die erwartete Ausprägung (siehe Anhang 8). Die Station hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Mastleistung, während die verschiedenen Haltungsumwelten die Leistungen der Schweine beeinflussten und zwar dahingehend, dass die Leistungen der Tiere aus der ökologischen Prüfumwelt denen der Tiere

aus der konventionellen Umwelt nachstanden (siehe Anhang 9). Das Geschlecht der BHZP-Tiere beeinflusste die Leistungen signifikant, die weiblichen Schweine nahmen bei einer niedrigeren täglichen Futterraufnahme etwas schlechter zu, was zu einer geringfügig besseren Futtermittelverwertung und einer längeren Prüfdauer im Vergleich zu den Kastraten führte. Signifikante Unterschiede zwischen den Durchgängen bestanden für die tägliche Futterraufnahme und Zunahme, die im ersten Durchgang niedriger waren als in den Folgedurchgängen.

Als aufschlussreicher bei der Klärung möglicher Einflüsse der unterschiedlichen Haltung und teilweise der Fütterung auf den beiden Stationen erweist sich die Betrachtung der Interaktionen von Station und Umwelt. Die Interaktion von Station und Umwelt stellte sich als hoch bzw. höchst signifikanter Einfluss auf die täglichen Zunahmen, die Prüfdauer und die Futtermittelverwertung dar. Wie zu erwarten war, unterschieden sich die Leistungen der Vergleichsgruppe innerhalb der ökologischen Umwelt stärker zwischen den beiden Stationen als dies in der konventionellen Prüfumwelt der Fall war. Die BHZP-Tiere der Station Rohrsen erzielten in der konventionellen Prüfumwelt bessere und in der ökologischen Prüfumwelt schlechtere Zunahmen als die Neu-Ulrichsteiner Prüftiere, was sich ebenfalls in dieser Ausprägung in der Prüfdauer niederschlug. Die Futtermittelverwertung nahm für die ökologisch gehaltenen Prüftiere der Station Rohrsen den schlechtesten Wert an, für die konventionell gehaltenen Prüftiere der Station Neu-Ulrichstein den besten. Die tägliche Futterraufnahme der BHZP-Schweine war in der konventionellen Umwelt auf beiden Stationen höher als in der ökologischen, wobei die Differenz zwischen den beiden Prüfumwelten hier für die Station Rohrsen kleiner war.

Die Unterschiede zwischen ökologischer Haltung und Fütterung scheinen sich im Falle der LPA Rohrsen stärker auf die Mastleistung ausgewirkt zu haben als dies bei den Neu-Ulrichsteiner Prüftieren der Fall war. Dies könnte zum einen auf die Gruppengröße zurückzuführen sein, die sich bei einer Aufstallung von fünf Tieren je Bucht in beiden Prüfumwelten der Station Neu-Ulrichstein nicht unterschied, während in Rohrsen in konventioneller Haltung zwei Tiere und in ökologischer Haltung fünf Tiere je Bucht aufgestallt waren. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Unterschiede bezüglich der ökologischen und der konventionellen Futterrationen zwischen den beiden Stationen eine größere Rolle gespielt haben. Ein Hinweis hierauf ist die Tatsache, dass sich die tägliche Futterraufnahme nicht signifikant zwischen den Umwelten innerhalb der Stationen unterschied, die täglichen Zunahmen und die Futtermittelverwertung allerdings für die ökologisch gehaltenen Prüftiere ungünstiger ausfielen. Bei einem relativ großen Einfluss der Gruppengröße auf die Leistungen der Schweine wäre, zumindest für die in Rohrsen aufgestellten Tiere, ein deutlicherer Unterschied in der Futterraufnahme der Schweine zwischen den beiden Umwelten zu erwarten gewesen, da die Schweine bei einem günstigeren Tier-Fressplatz-Verhältnis in der konventionellen Prüfumwelt eine höhere Futterraufnahme hätten realisieren können.

Beim Vergleich der beiden ökologischen Futterrationen mit der standardisierten konventionellen Ration wird deutlich, dass die Neu-Ulrichsteiner Ration in ihrem Energie- und Rohproteingehalt der konventionellen Ration sehr viel ähnlicher war als dies für die Rohrsener Ration der Fall war. Dies hatte bessere Leistungen der ökologisch gehaltenen Neu-Ulrichsteiner Prüftiere zur

Folge, stellt allerdings bei dem Vergleich der Mastleistungen zwischen allen Herkünften kein Problem dar, da sich die Leistungsdifferenzen der Vergleichsgruppe zwischen den Umwelten auf den beiden Stationen immer in die gleiche Richtung entwickelten.

5.1.2.3 Einfluss auf die Schlachtkörperqualität

Der Einfluss der Einzelfaktoren Station, Umwelt, Geschlecht und Durchgang auf die Merkmale der Schlachtkörperqualität ist in Anhang 8 dargestellt. Die Station hatte einen höchst signifikanten Einfluss auf die Schlachtkörperlänge, die bei den Tiere der Station Rohrsen 3 cm länger war. Des Weiteren unterschieden sich der Fleischanteil im Bauch, die Fleischfläche im Kotelett sowie daraus folgend das Fleisch-Fett-Verhältnis der BHZP-Vergleichstiere signifikant bzw. höchst signifikant zwischen den beiden Stationen. Der Fleischanteil im Bauch lag für die Rohrsener Tiere 1 % niedriger, was zum Teil auf die höchst signifikanten Unterschiede in der Fleischfläche des Koteletts zurückgeführt werden kann, da dieser Wert bei der Berechnung des Fleischanteils im Bauch in die Gruber Formel einfließt. Die Fleischfläche der Koteletts der in Rohrsen aufgestellten Schweine war um ca. 6 cm² kleiner, was auf die geringen Werte der ökologisch aufgestellten Tiere zurückzuführen war. Die Reduzierung der Fleischfläche dieser Schweine ging mit einer höheren Fettfläche des Koteletts bzw. einem insgesamt fettreicheren Schlachtkörper einher, was direkt auf den Einfluss der ökologischen Futterration zurückzuführen ist.

Die Umwelt beeinflusste vor allem die Speckmaße und daraus folgend den Fleischanteil nach Bonner Formel sowie den Fleischanteil im Bauch und war für die Tiere aus der ökologischen Umwelt ungünstiger. Die Unterschiede, die für die Parameter der Fleischbeschaffenheit zwischen den Stationen nachgewiesen wurden, könnten bei den ersten Messwerten für den pH-Wert und die Leitfähigkeit auf die unterschiedlichen Zeitpunkte bei der Messung auf den beiden Schlachthöfen zurückgeführt werden. Dies stünde in Einklang mit höheren Werten beim pH1 im Kotelett und der Leitfähigkeit der in Rohrsen gehaltenen Tiere. Allerdings erscheint der Unterschied von etwa 0,26 Einheiten zu groß, um auf die um 10 Minuten verschobene Messung am Schlachthof zurückzuführen zu sein. MARIBO *et al.* (1998) ermittelten beispielsweise eine Abfallrate des pH-Wertes bei Halothan freien Schweinen von 0,29 bzw. 0,19 Einheiten pro Stunde, je nachdem wie stark die Schweinehälften nach der Schlachtung gekühlt wurden. Des Weiteren unterschieden sich neben der Fleischhelligkeit auch die 24 Stunden nach der Schlachtung gemessenen pH-Werte des Koteletts und die Leitfähigkeit zwischen den Stationen. Dies würde eher für eine Erklärung der Unterschiede aufgrund unterschiedlicher Betäubungsmethoden und Vorgänge nach der Schlachtung (insbesondere der Kühlung) sprechen, da zudem die Haltungsumwelt als nicht signifikanter Einfluss auf diese Merkmale identifiziert wurde. CHANNON *et al.* (2002) stellten zum Beispiel fest, dass sich die Fleischbeschaffenheitsmerkmale von Schweinen je nach Art der Betäubung unterscheiden können. Bei einer Betäubung der Schweine mit CO² sank der pH-Wert langsamer bei einer elektrischen Betäubung der Schweine und das Fleisch von Schweinen die mittels Kopf-Brust-Elektrode betäubt wurden, wies blasserer Fleisch auf als das solcher die mittels Gasnarkose betäubt wurden. Dies würde sich mit den für diese Merkmale ermittelten Unterschieden

zwischen den beiden Stationen und den je nach Schlachthof angewendeten Betäubungsmethoden decken.

Es lagen signifikante Interaktionen zwischen Station und Umwelt für die Schlachtkörperlänge, die berechneten Fleischanteile, das Speckmaß B sowie die Fleisch- und Fettfläche des Koteletts vor. Die Unterschiede für diese Merkmale waren für die Prüftiere der Station Neu-Ulrichstein zwischen den Umwelten sehr gering. Teilweise übertrafen die ökologisch aufgestellten BHZP-Schweine die Leistung der konventionell aufgestellten Schweine. Die Leistungsdifferenzen zwischen Umwelten für die Neu-Ulrichsteiner BHZP-Schweine unterschieden sich im Gegensatz zu den Rohrsener Tieren nicht signifikant voneinander (siehe Anhang 11). Die positiven Leistungen der in Neu-Ulrichstein ökologisch aufgestellten BHZP-Tiere sind direkt auf den Energie- und Proteingehalt der Ration zurückzuführen, der in beiden Fällen im Vergleich zur Rohrsener Ration sehr viel näher an der konventionellen Ration lag. Die Tatsache, dass sich die Leistungen der Vergleichsgruppe zwischen den Stationen innerhalb der Umwelten deutlich unterschieden bedingt, dass der direkte Leistungsvergleich mit den anderen Herkünften problematisch ist. Die Auswertung bezüglich des Auftretens von G-U-Interaktionen wird hingegen davon nicht beeinträchtigt, da sie aufgrund der Differenzunterschiede zwischen den Umwelten erfolgt, die in Beziehung zu den Leistungen der jeweiligen BHZP-Vergleichsgruppe gesetzt werden.

5.1.2.4 Einfluß auf die phänotypischen Korrelationen

In welchem Umfang sich die Unterschiede bezüglich der Haltung auf den beiden LPA auf die phänotypischen Zusammenhänge der Mastleistungen und Schlachtkörperqualitäten ausgewirkt haben könnten, ist den Anhängen 12 und 13 zu entnehmen.

Während für die BHZP-Schweine der Station Neu-Ulrichstein die Korrelationen in beiden Prüfumwelten in etwa gleich stark ausgeprägt waren, konnten für die Rohrsener Schweine in der ökologischen Prüfumwelt weniger starke Korrelationen berechnet werden als dies für die Prüftiere in der konventionellen Umwelt der Fall war. Die stärksten signifikanten Korrelationen ließen sich für die Neu-Ulrichsteiner BHZP-Schweinen zwischen der Fettfläche des Koteletts und den Rückenspeck-, bzw. Seitenspeckmaßen nachweisen, die in beiden Umwelten den erwarteten positiven Zusammenhang aufwiesen. Dies gilt ebenso für die Rohrsener BHZP-Schweine, allerdings waren die Zusammenhänge hier geringfügig schwächer ausgeprägt. Für die Korrelationen zwischen der Fleischfläche des Koteletts und den Speckmaßen konnten für alle BHZP-Tiere positive Werte nachgewiesen werden, allerdings waren diese selten signifikant und lagen auf einem sehr niedrigen Niveau. Im Zusammenhang mit den Korrelationen der Fleisch- und Fettflächen des Koteletts sowie der Speckmaße mit den täglichen Zunahmen zeigte sich, dass für die Neu-Ulrichsteiner Prüftiere in beiden Umwelten bei steigenden Zunahmen sowohl die Fettflächen des Koteletts als auch sämtliche Speckmaße anstiegen. Für die Fleischfläche des Koteletts war jedoch kein nennenswerter Einfluss steigender täglicher Zunahmen zu beobachten. Dies ist insofern überraschend, als zu erwarten gewesen wäre, dass bei steigenden Zunahmen und steigenden Fettflächen des Koteletts die Fleischfläche des Koteletts abnimmt. Dieser Zusammenhang könnte als Hinweis auf eine tendenzielle Überversorgung der konventionellen BHZP-Schweine der Station Neu-Ulrichstein mit Energie

und Rohprotein gelten. Im Gegensatz dazu konnte bei den Rohrsener BHZP-Prüftieren zwar auch ein positiver Zusammenhang zwischen täglicher Zunahme und Speckmaßen beobachtet werden, aber gleichermaßen die erwartete negative Korrelation mit der Fleischfläche des Koteletts in beiden Umwelten, allerdings auf einem sehr niedrigen Niveau. Berücksichtigt man dass die konventionell gehaltenen BHZP-Schweine der Station Rohrsen im Vergleich zu den konventionell gehaltenen Neu-Ulrichsteiner Tieren täglich mehr Futter mit nahezu identischen Inhaltsstoffen aufnahmen, relativiert sich diese Aussage jedoch. In Anbetracht der Belastbarkeit der berechneten Korrelationen sollten diese Ergebnisse nicht überbewertet werden.

Auffällig sind die Unterschiede bezüglich der Korrelationen zwischen der Futtermittelverwertung und den täglichen Zunahmen der BHZP-Prüftiere der Station Neu Ulrichstein. Während für die Tiere aus der konventionellen Umwelt keine signifikante Korrelation vorlag und für die Rohrsener Tiere beider Umwelten die erwartete negative Korrelation dieser beiden Merkmale nachgewiesen werden konnte, bestand eine positive Korrelation zwischen diesen beiden Merkmalen in der ökologischen Prüfumwelt der Station Neu-Ulrichstein. Offensichtlich konnten bei diesen BHZP-Schweinen Steigerungen der täglichen Zunahme nur auf Kosten der Futtermittelverwertung realisiert werden. Dies könnte dadurch zu erklären sein, dass es bei den Tieren unter diesen Bedingungen ab einer bestimmten Wachstumsphase aufgrund der ökologischen Fütterung zu einer vermehrten Fettanlagerung kam. Dies lässt sich auch durch die Ergebnisse zur Schlachtkörperqualität unterstützen. Die Futtermittelverwertung und die Fleischfläche des Koteletts waren wie erwartet für die BHZP-Schweine beider Stationen in beiden Umwelten negativ miteinander korreliert.

Insgesamt unterschieden sich die Korrelationen der Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperqualitäten für die BHZP-Schweine der Station Rohrsen in ihrer Ausprägung stärker zwischen den Umwelten als es für die Neu-Ulrichsteiner Prüftiere der Fall war. Dies war in Anbetracht der Unterschiede in der Haltung und Fütterung der ökologischen Prüftiere der beiden Stationen allerdings zu erwarten.

5.1.3 Herkünfte

Um ein möglichst breites Genotypenspektrum der Leistungen bei konventioneller und ökologischer Haltung und Fütterung überprüfen zu können, wurden in dieser Untersuchung marktübliche Hybridschweine, PI-Einfachkreuzungen sowie Reinzuchttiere aus alten Landschweinerassen eingesetzt. Als Vertreter der Hybridschweine sowie als Vergleichsgruppe auf beiden Prüfstationen wurde die Herkunft BHZP eingesetzt. Alle BHZP-Schweine stammten aus der reinerbig stressstabilen db-77 Linie. Als Einfachkreuzungen wurden PIxDE sowie DUxDL Kreuzungsschweine aufgestellt. Die Kreuzung PIxDE ist eine klassische Anpaarung zur Erzeugung von Mastendprodukten, die Kreuzung DUxDL wurde gewählt, um eine Herkunft in die Untersuchung einzubeziehen, bei der aufgrund des Duroc-Anteils eine verbesserte Fleischqualität im Vergleich zu den anderen Herkünften unterstellt wurde. Als Reinzuchten sowie als Vertreter alter Robustrassen wurden Schweine der Herkünfte AS und SH eingesetzt. Um die Auswirkung einer Anpaarung dieser Herkünfte mit intensiver genutzten Genotypen untersuchen zu können, wurde eine Anpaarung mit PI-Ebern vorgenommen, was sowohl in der

ökologischen als auch in der konventionellen praktischen Schweinemast mit diesen Herkünften üblich ist (LÖSER & DEERBERG, 2004).

Wie Anhang 1 entnommen werden kann, konnten lediglich im zweiten Versuchsdurchgang weibliche SH-Reinzuchttiere aufgestellt werden. Insgesamt konnten so nur neun weibliche SH-Reinzuchttiere in die Untersuchung einbezogen werden. Da die Abstammung der PIxSH- und SH-Tiere nicht genau nachvollzogen werden konnte, ist es möglich, dass besonders die Reinzuchttiere von relativ wenigen Elterntieren abstammten. Dies und die Tatsache, dass nur im zweiten Durchgang weibliche SH-Reinzuchten zur Verfügung standen, kann zur Verzerrung der Leistung dieser Versuchsgruppe geführt haben.

Für die AS- und die PIxAS-Schweine konnte ebenfalls nicht für alle eingesetzten Tiere geklärt werden, von wie vielen Vätern die Schweine abstammten. Da jedoch diese alten Rasse und deren Einfachkreuzungen in allen drei Versuchsdurchgängen eingesetzt wurden, ist eine Leistungsverzerrung zugunsten einer Umwelt durch die Aufstallung kompletter Würfe für die Endauswertung der Daten über alle Durchgänge relativ unwahrscheinlich. Aufgrund der teilweise ungeklärten Abstammung der eingesetzten Herkünfte war der MHS-Status nicht aller Schweine bekannt. Um den Fleischanteil zu erhöhen, ist es gängige Praxis, reinerbig stressstabile PI-Eber bei der Kreuzung mit alten Rassen einzusetzen. Es kann daher vermutet werden, dass auch in dieser Untersuchung derartige Tiere eingesetzt wurden. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Fleischbeschaffenheitsmerkmale ist jedoch nicht davon auszugehen, dass dies in einem Umfang der Fall war, der die Untersuchungsergebnisse massiv beeinflusst hat.

5.2 Mastleistung

Die Mastleistung der sieben Schweineherkünfte in den beiden Prüfumwelten wurde in dieser Untersuchung mittels der Prüfdauer, der täglichen Zunahmen, der täglichen Gruppenfutteraufnahme und der Gruppenfuttermittelverwertung charakterisiert. Alle für die statistische Analyse gewählten Einflussfaktoren, die Herkunft der Schweine, die Prüfumwelt, das Geschlecht sowie die Interaktion aus Herkunft und Umwelt, hatten einen höchst signifikanten Einfluss auf die Mastleistung. Bei keinem der ausgewerteten Merkmale der Mastleistung konnte die aufgefundene signifikante Interaktion von Herkunft und Umwelt auf eine Umkehrung der Leistung einer Herkunft zwischen den beiden Prüfumwelten zurückgeführt werden, sondern war vielmehr das Ergebnis der signifikant unterschiedlich hohen aber in ihrer Richtung gleichen Differenzen zwischen den Umwelten. Die Diskussion erfolgt mithilfe der grafischen Darstellung der zuvor tabellarisch dargestellten Ergebnisse. Für die Diskussion der Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten wurden die LSQ-Mittelwerte der Interaktion Herkunft*Umwelt und die Differenzen der einzelnen Herkünfte zwischen den Prüfumwelten in einer Abbildung kombiniert.

5.2.1 Einfluss von Umwelt und Geschlecht

5.2.1.1 Einfluss der Umwelt

Erwartungsgemäss lagen die durchschnittlichen Mastleistungen der aufgestellten Schweine in der ökologischen Umwelt unter denen der Schweine in der konventionellen Umwelt, aber in beiden Umwelten auf einem durchaus guten Niveau. Die täglichen Zunahmen unterschieden sich um ca. 120 g zwischen den Umwelten, was die Prüfdauer der ökologisch gehaltenen Schweine im Schnitt über alle Herkünfte um 15 Tage verlängerte (siehe Anhang 4). Berücksichtigt man, dass es sich bei den Ergebnissen um einen Durchschnitt aus mehreren Herkünften handelt, so sind die durchschnittlichen täglichen Zunahmen der Schweine in der ökologischen Umwelt vergleichbar mit denen der ökologisch aufgestellten Mastschweine der LPA Haus Düsse. Dort lagen die Zunahmen ökologisch gehaltener Schweine bei 780 g (HAUS DÜSSE, 2003). Der Vergleich der Leistungen, die in der Untersuchung auf den beiden LPA und in Haus Düsse von ökologisch gehaltenen Schweinen erzielt wurden, zeigt, dass unter den Bedingungen einer Stationsprüfung – wie in der konventionellen Schweinhaltung – bessere Leistungen erzielt werden können als in der eigentlichen Produktionsumwelt. So liegen die täglichen Zunahmen, die aus der praktischen ökologischen Mastschweinehaltung berichtet werden, in der Regel weit unter den im Versuch erzielten Leistungen und schwanken zwischen weniger als 500 bis 712 g (BRUNKEN, 2003; WITTMANN, 2003; LÖSER & DEERBERG, 2004). Allerdings müssen diese Vergleiche unter Berücksichtigung der eingesetzten Rassen bzw. der auf den Betrieben praktizierten Fütterungsstrategien (Phasenfütterung, ad libitum oder restriktiv) erfolgen.

Die Haltungseinflüsse innerhalb der ökologischen Haltung in den Außenklimaställen ließen erwarten, dass die dort gehaltenen Tiere täglich mehr Futter fraßen (siehe Abbildung 1). Allerdings ist der Unterschied zwischen den Umwelten mit knapp 80 g relativ niedrig, was zum größten Teil der Auswertung über alle Herkünfte geschuldet ist. MILLET *et al.* (2005) ermittelten einen sehr viel höheren Unterschied von ca. 250 g mehr aufgenommenem Futter bei ökologisch gehalten und gefütterten Schweinen im Vergleich zu konventionell gehalten und gefütterten Tieren. Im Durchschnitt aller Herkünfte lag die tägliche Futteraufnahme mit 2,36 kg in der ökologischen Umwelt in Anbetracht der Ad-libitum-Fütterung relativ niedrig. Ein Grund hierfür kann die verringerte Futteraufnahme der ökologisch gehaltenen Schweine im 1. Durchgang der Station Neu-Ulrichstein sowie dem 3. Durchgang der Station Ration Rohrsen sein. Im ersten Fall führte ein zu niedriger Gehalt an verwertbarem organischem Zink in der ökologischen Futtermischung zu massiven Einbrüchen bei der Futteraufnahme. Im zweiten Fall war der Mastbeginn in beiden Umwelten durch einen Ausbruch von Dysenterie gekennzeichnet, der ebenfalls zu einer stark verringerten Futteraufnahme führte.

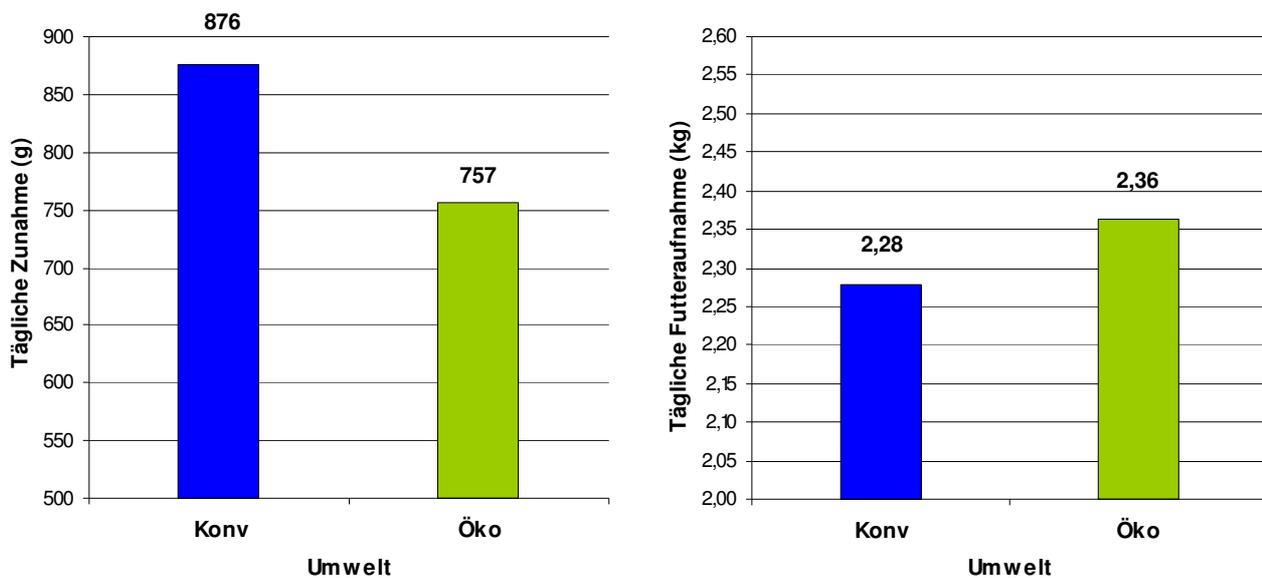


Abbildung 1: LSQ-Mittelwerte für die tägliche Zunahme und tägliche Futteraufnahme nach Umwelt

Die Futterverwertung der ökologisch gehaltenen Schweine war um 0,5 kg schlechter, was im Vergleich zu den Untersuchungen von MILLET *et al.* (2005) einen erheblich größeren Unterschied zwischen den beiden Haltungsumwelten darstellt. Die Futterverwertung bewegte sich mit 2,71 kg in der konventionellen Umwelt auf einem sehr guten Niveau und lag damit deutlich über den Kontrollergebnissen der Schweineerzeugerringe (ZENTRALVERBAND DER DEUTSCHEN SCHWEINEPRODUKTION, 2005), ist aber mit den aktuellen Ergebnissen der Leistungsprüfungen der LPA aus dem Jahr 2006 vergleichbar (LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND GARTENBAU SACHSEN-ANHALT, 2006; LANDESBETRIEB LANDWIRTSCHAFT HESSEN, 2007; BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2007). Die Futterverwertung der ökologisch gehaltenen Tiere lag mit 3,21 kg deutlich unter den Angaben aus der Betriebszweigauswertung Mastschwein von LÖSER & DEERBERG (2004), die Werte zwischen 3,50 und 3,66 kg angeben, je nachdem, in welchem Umfang Rauhfutter bei der Fütterung eingesetzt wurde. In der vorliegenden Untersuchung konnte die von den Schweinen aufgenommene Menge an Stroh, welches in erster Linie als Beschäftigungsmaterial diente, nicht quantifiziert werden. Es kann jedoch anhand der Beobachtung der Betreuungspersonen davon ausgegangen werden, dass das Stroh nicht in solchem Umfang aufgenommen wurde, dass die Futterverwertung maßgeblich davon beeinflusst wurde.

Die Analysen der verfütterten Rationen zeigten, dass die Versorgung der Schweine mit Energie und Aminosäuren auch in der ökologischen Haltung sicher gewährleistet war. Trotz der unterschiedlichen Energie- und Rohproteingehalte der ökologischen und konventionellen Rationen kann davon ausgegangen werden, dass die Futteraufnahme maßgeblich weder von der Energiedichte noch vom Rohproteingehalt des Futters beeinflusst wurde, wie dies bei WHITTEMORE *et al.* (2001) beschrieben wird. Zum einen wird dies durch die Analyse der Daten für die BHZP-Vergleichsgruppe unterstützt, da es keine signifikante Interaktion bezüglich

der Futteraufnahme zwischen Station und Umwelt gab (siehe Anhang 8). Zum anderen stellte sich der Unterschied zwischen den beiden Umwelten mit einer um 80 g erhöhten Futteraufnahme in der ökologischen Umwelt als sehr gering dar.

5.2.1.2 Einfluss des Geschlechts

Das Geschlecht beeinflusste die Mastleistung der Schweine dahingehend, dass Kastraten bei einer höheren Futteraufnahme etwas bessere tägliche Zunahmen realisierten (siehe Abbildung 2). Die Prüfdauer unterschied sich daher zugunsten der Kastraten um fünf Tage. Dies entspricht den Erwartungen, die durch die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen zum Einfluss des Geschlechtes auf die Mastleistung von Schweinen gesetzt wurden (vgl. FRIESEN *et al.*, 1994; WEATHERUP *et al.*, 1998; AUGSPURGER *et al.*, 2002). Die in der vorliegenden Untersuchungen aufgetretenen Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der täglichen Zunahmen und der täglichen Futteraufnahme entsprechen in der Höhe der Differenzen sowie dem Leistungsniveau Studien von LATORRE *et al.* (2003 und 2004). Ebenso wie in den Untersuchungen von FRIESEN *et al.* (1994) und LATORRE *et al.* (2003) war die Futterverwertung der Kastraten in der vorliegenden Untersuchung schlechter als die der weiblichen Tiere, was sich teilweise auf den vermehrten Fettansatz beim Wachstum der Kastraten zurückführen lässt.

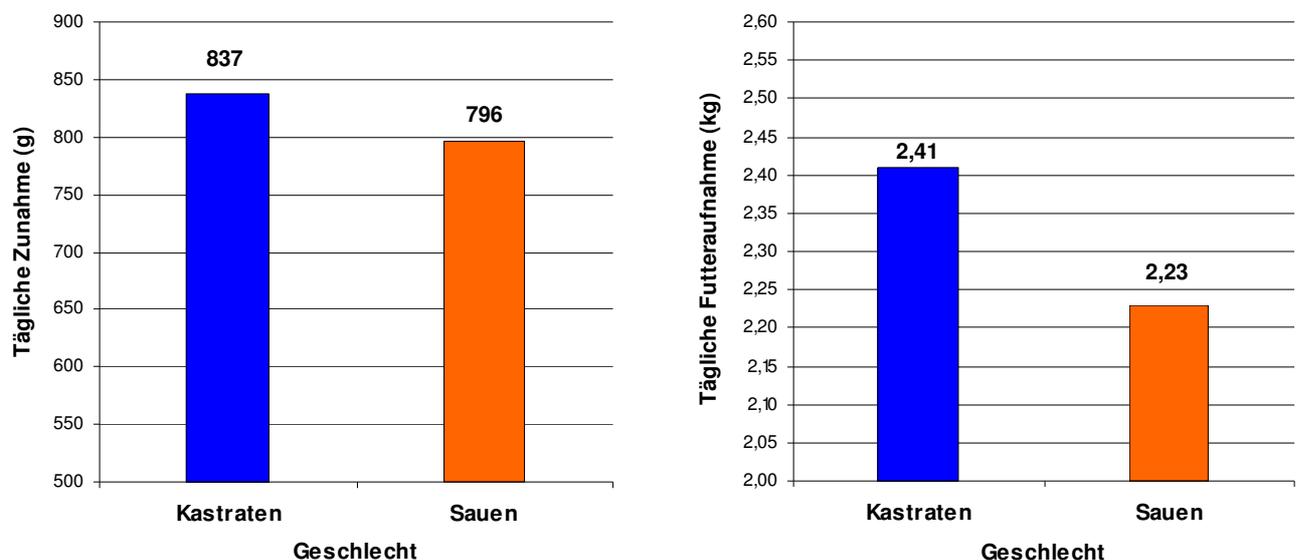


Abbildung 2: LSQ-Mittelwerte für die tägliche Zunahme und Futteraufnahme nach Geschlecht

5.2.2 Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten

Die Mastleistungen aller aufgestellten Herkünfte lagen in der ökologischen Umwelt unter denen der konventionell gehaltenen und gefütterten Schweine. Die Differenzen zwischen den Umwelten unterschieden sich aber zwischen den Herkünften, was zu der statistisch signifikanten Interaktion zwischen Herkunft und Umwelt führte. Diese Differenzunterschiede wurden besonders deutlich bei den täglichen Zunahmen sowie der täglichen Futteraufnahme.

Die AS- und SH-Reinzuchten, aber auch die PlxAS-Kreuzungen unterschieden bezüglich ihrer täglichen Zunahmen zwischen den Umwelten nur geringfügig (siehe Abbildung 3). Ähnlich geringe Differenzen für die tägliche Zunahme alter Schweinerassen bei Stall- und Freilandhaltung, bei einem allerdings sehr viel niedrigen Leistungsniveau aufgrund einer restriktiven Fütterung, fanden auch MICKLICH *et al.* (2002) beim Vergleich von Deutschen Sattelschweinen und Schwerfurter Fleischschweinen mit Duroc-Reinzuchtieren. Von diesen drei Rassen erzielten die Duroc-Schweine die mit Abstand höchsten täglichen Zunahmen bei der Stallhaltung, aber die niedrigsten in der Freilandhaltung und wiesen so eine relativ hohe Differenz zwischen den beiden Haltungsarten auf. Auch WOOD *et al.* (2004) konnten feststellen, dass bei Schweinen der alten Rassen Berkshire und Tamworth gegenüber Large White und Duroc-Schweinen die täglichen Zunahmen in einem geringeren Maße sanken, wenn die Tiere eine Futterration mit weniger Rohprotein erhielten.

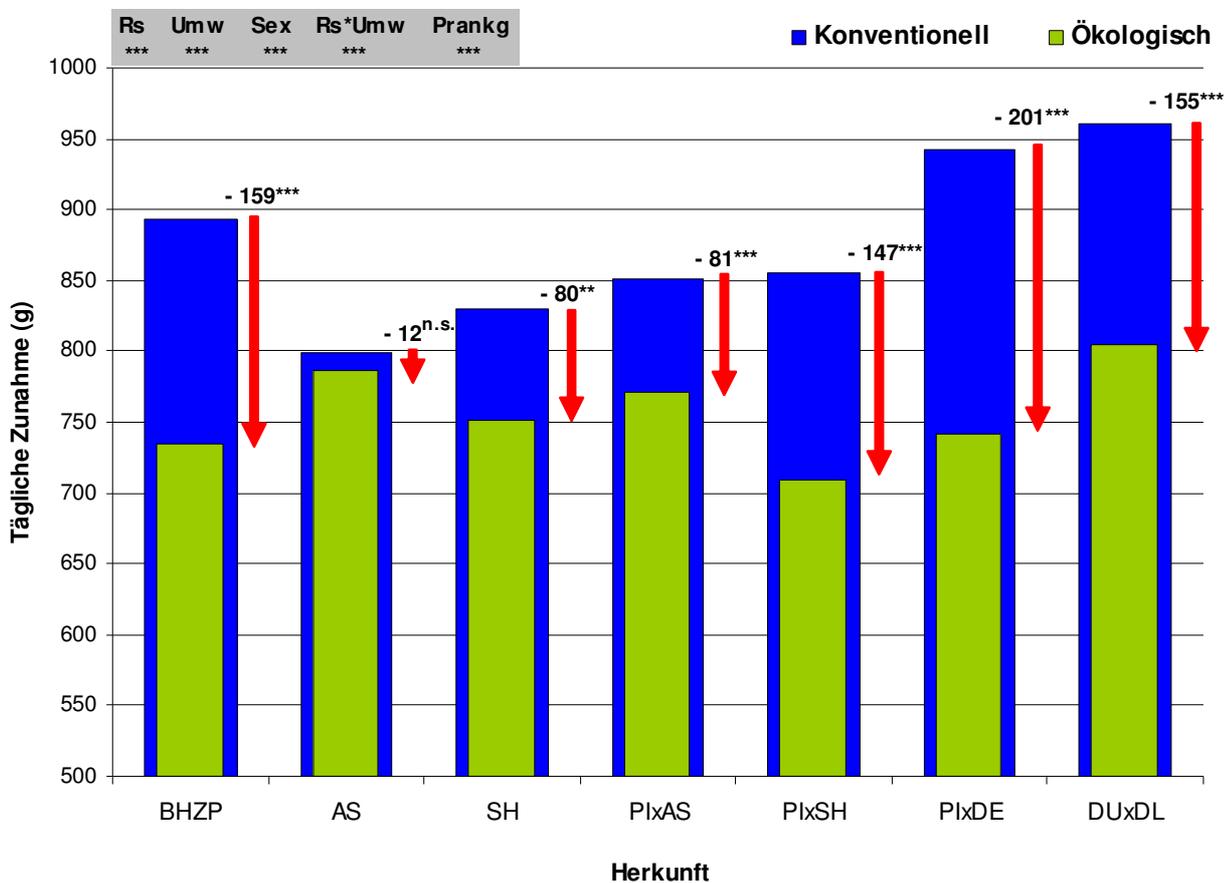


Abbildung 3: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für die tägliche Zunahme nach Herkunft und Umwelt

In der vorliegenden Untersuchung wurden die höchsten täglichen Zunahmen in beiden Umwelten von den Tieren mit 50 % Duroc-Anteil erzielt, wobei der Abstand zu den anderen Herkünften in der ökologischen Umwelt weniger stark ausgeprägt war als in der konventionellen. Dies fiel besonders beim Vergleich mit AS- und PlxAS-Tieren auf. Die Herkünfte mit den niedrigsten Differenzen der täglichen Zunahmen zwischen den beiden Prüfumwelten konnten diese aufgrund der hohen Futteraufnahme und auf Kosten der

Futterverwertung realisieren. Neben den AS-Reinzuchtieren nahmen die SH-Schweine und die Tiere mit Duroc-Anteil das meiste Futter in beiden Umwelten auf (siehe Abbildung 4). Allerdings fraßen die ökologisch gehaltenen SH-Tiere im Vergleich zu den ökologisch gehaltenen AS-Tieren relativ wenig Futter. In Anbetracht der Tatsache, dass es sich bei diesen beiden Herkünften um züchterisch wenig bearbeitete Rassen handelt, waren in dieser Stärke ausgeprägte Unterschiede zwischen ihnen nicht erwartet worden. Eine Erklärung für diese geringe Differenz zwischen den Umwelten könnte in der Zink-Mangelversorgung der ökologisch gehaltenen Schweine der Station Neu-Ulrichstein im ersten Durchgang liegen. Durch die nicht ausreichende Verfügbarkeit von organischem Zink in der Ration kam es in dieser Umwelt zu einer verminderten Futteraufnahme, die sich auch bei der Analyse der BHZP-Vergleichsgruppe nach Station und Durchgang bzw. Umwelt und Durchgang erkennen ließ (siehe Anhang 9).

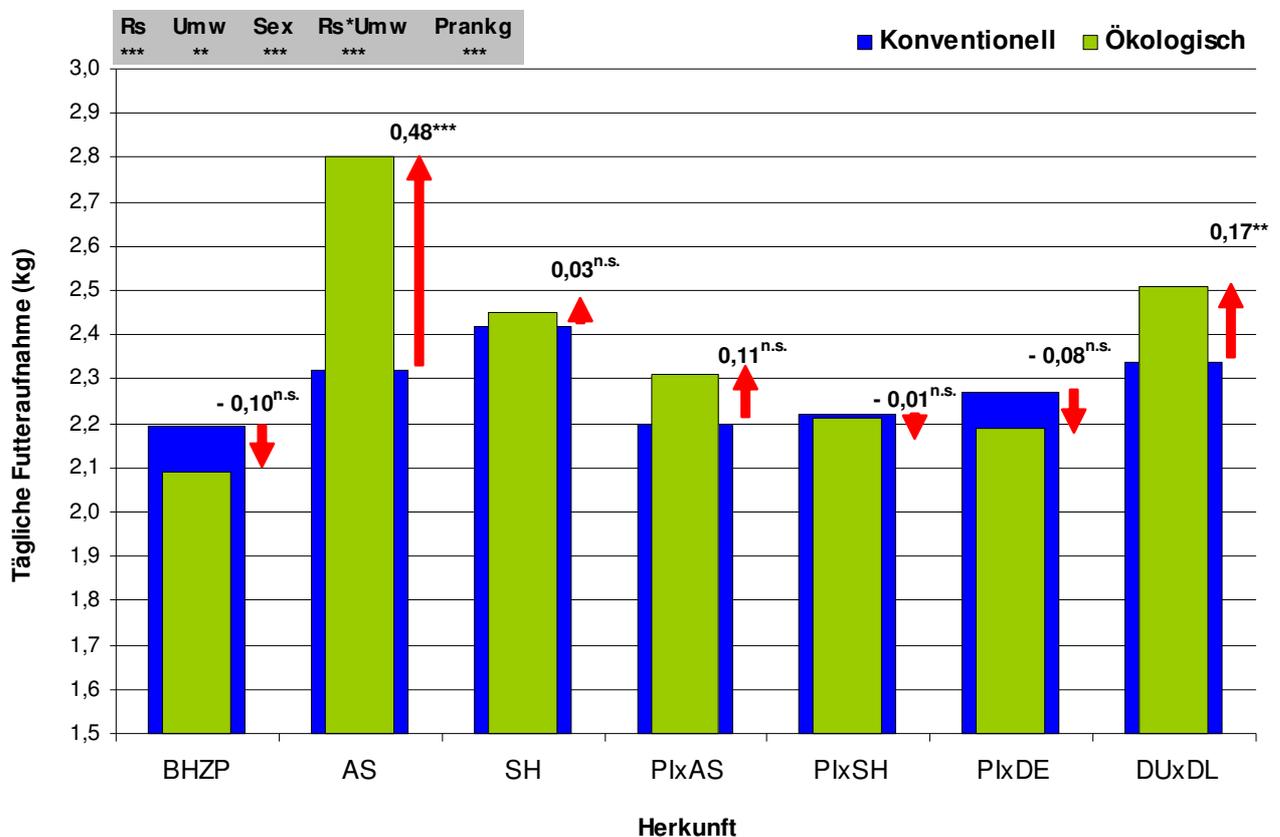


Abbildung 4: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für die tägliche Futteraufnahme nach Herkunft und Umwelt

Ein Zeichen für die jahrelange Selektion moderner Schweineherkünfte auf möglichst gute Zunahmen bei einem geringen Futteraufwand kann in der sehr günstigen Futterverwertung der BHZP-Tiere und der Herkünfte mit PI-Anteil gesehen werden, was besonders innerhalb der konventionellen Umwelt zum Tragen kam. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass die BHZP-, PIxSH- und PIxDE-Schweine in der ökologischen Umwelt weniger Futter fraßen als in der konventionellen Umwelt, was aufgrund der Haltungseinflüsse und hier

besonders der Klimaschwankungen nicht zu erwarten war. Das hohe Futteraufnahmevermögen der AS-Reinzuchten aus der ökologischen Prüfumwelt spiegelte sich auch in den Kreuzungen mit PI-Ebern wider und resultierte in einer geringer als erwartet ausgeprägten Differenz der täglichen Zunahmen zwischen den beiden Prüfumwelten.

Bei Betrachtung der Unterschiede der Futtermittelverwertung (siehe Abbildung 5) fällt die ausgesprochen niedrige Differenz zwischen den Umwelten für die SH-Reinzuchtstiere auf, die für diese Herkunft als einzige nicht signifikant war. Während die geringen Unterschiede der täglichen Zunahme zwischen den Umwelten bei den AS-Reinzuchtstieren nur über eine erheblich gesteigerte Futteraufnahme zustande kamen, waren die SH-Reinzuchten nicht in der Lage ihre Futteraufnahme in diesem Ausmaß zu steigern. Inwiefern dies mit der erwähnten Fütterungsproblematik während des ersten Durchganges und den Unterschieden der beiden ökologischen Rationen zusammenhängt, ist nicht eindeutig zu klären. Erschwerend kam hinzu, dass die SH-Reinzuchtstiere besonders im ersten Durchgang einen relativ schlechten Gesundheitsstatus aufwiesen und dadurch zusätzlich in ihrer Leistung beeinträchtigt wurden. Es ist nicht davon auszugehen, dass sich der geringe Anteil an weiblichen SH-Reinzuchten auf die Mastleistung auswirkte. Zum einen wurden keine signifikanten Interaktionen von Rasse und Geschlecht gefunden, zum anderen zeigten die Schweine mit einem SH-Anteil von 50 % bei einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis ähnliche Leistungsdifferenzen bei den anderen Merkmalen der Mastleistung.

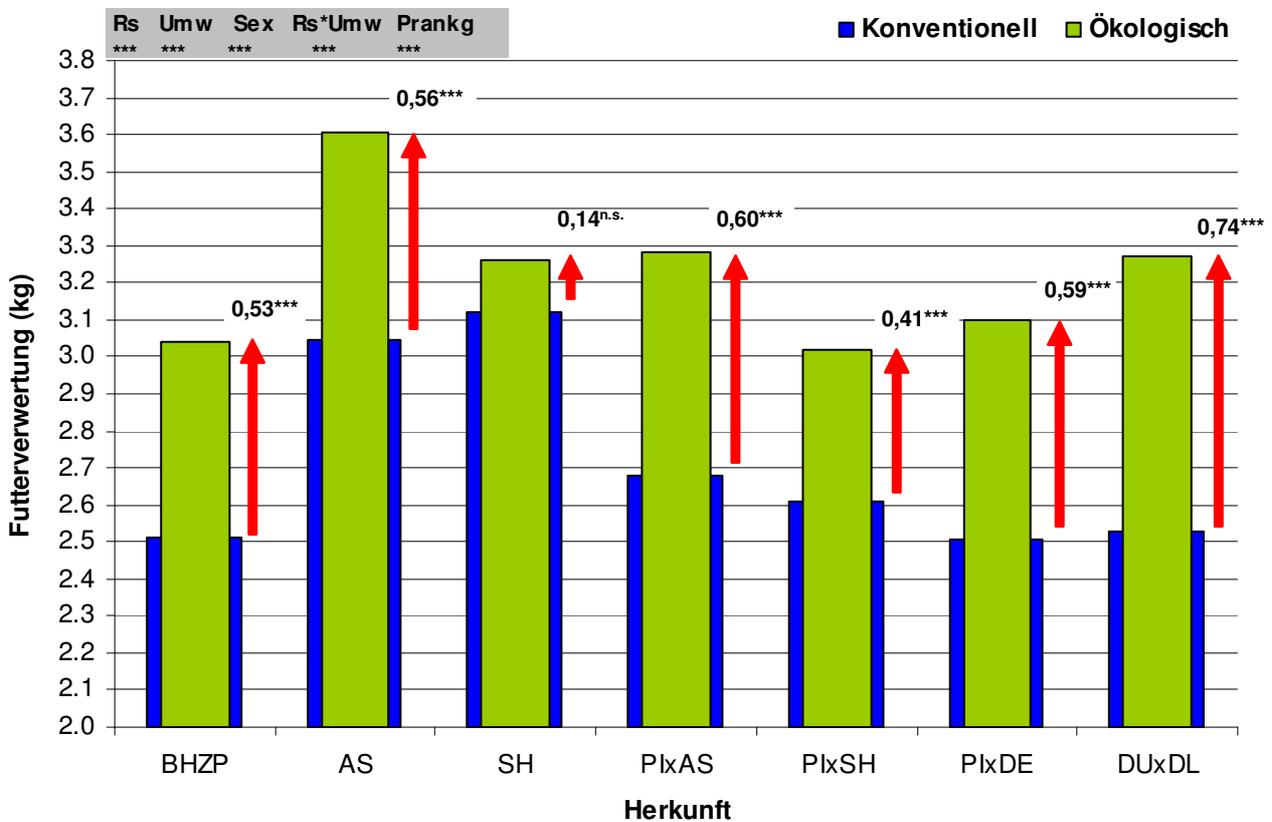


Abbildung 5: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für die Futtermittelverwertung nach Herkunft und Umwelt

Die Auswertung der Mastleistungen der BHZP-Vergleichsgruppe verdeutlicht, dass im ersten Durchgang der Station Neu-Ulrichstein von den Tieren weniger Futter aufgenommen wurde und dass die in Rohrsen aufgestellten Schweine eine deutlich höhere Differenz zwischen den Umwelten für die Futtermittelverwertung aufwiesen als dies bei den Neu-Ulrichsteiner Tieren der Fall war. Dies zeigt zum einen deutlich den Einfluss der Zink-Unterversorgung der Neu-Ulrichsteiner Schweine im ersten Durchgang und zum anderen, dass die ökologische Ration der Station Neu-Ulrichstein von den Schweinen besser verwertet werden konnte. Die PlxSH-Tiere die den gleichen Versuchsbedingungen wie die SH-Reinzuchten unterlagen, nahmen in der ökologischen Prüfumwelt geringfügig weniger Futter auf, die Unterschiede bezüglich der Futtermittelverwertung prägten sich im Gegensatz zu den SH-Reinzuchten deutlicher aus. Die Untersuchungen von MEISTER (2004) geben zwar Hinweise auf Unterschiede bei der Verwertung verschieden zusammengesetzter Futtermitteln zwischen alten und modernen Schweinerassen. So wurde etwa festgestellt, dass SH-Reinzuchtschweine bestimmte Faserkomponenten einer rohfaserreicherer Futtermittelration schlechter verdauten als Bunte Bentheimer oder eine moderne Kreuzungsherkunft, allerdings konnten keine signifikanten Interaktionen von Fütterung und Rasse nachgewiesen werden. Ebenso wurden keine signifikanten Interaktionen zwischen Rasse und Fütterung bei der Verfütterung ökologischer bzw. konventioneller Rationen an moderne Kreuzungs- oder Bunte-Bentheimer-Schweine nachgewiesen, was sich im Sinne der nicht vorhandenen Rangfolgeverschiebungen der Herkünfte innerhalb der Umwelten mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung deckt. Eine Überlegenheit der eingesetzten alten Herkünfte bezüglich der Verwertung ökologischer Futtermitteln gegenüber modernen Kreuzungsherkünften kann weder durch die Ergebnisse von MEISTER (2004) noch der vorliegenden Untersuchung unterstellt werden.

5.3 Schlachtkörperqualität

Die Schlachtkörperqualität der Schweine wurde in dieser Untersuchung mittels der bei der Leistungsprüfung auf Station üblichen erhobenen Merkmale charakterisiert. Alle für die statistische Analyse gewählten Faktoren, die Herkunft der Schweine, die Prüfumwelt sowie das Geschlecht konnten mit wenigen Ausnahmen als statistisch signifikante Einflüsse auf die meisten Merkmale der Schlachtkörperqualität nachgewiesen werden. Für die Fleisch- und Speckmaße lagen signifikante Interaktionen aus Herkunft und Geschlecht vor. Die Interaktion aus Herkunft und Umwelt war lediglich für die Schlachtkörperlänge sowie die pH- und Leitfähigkeitsmesswerte im Kotelett nicht signifikant. Die Diskussion erfolgt mithilfe der grafischen Darstellung der zuvor tabellarisch dargestellten Ergebnisse. Für die Diskussion der Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten wurden die LSQ-Mittelwerte der Interaktion Herkunft*Umwelt und die Differenzen der einzelnen Herkünfte zwischen den Prüfumwelten in einer Abbildung kombiniert.

5.3.1 Einfluss von Umwelt und Geschlecht

Im Gegensatz zur Mastleistung wurde die Schlachtkörperqualität weniger eindeutig von den Umweltbedingungen der Schweinehaltung beeinflusst. Mit Ausnahme zweier Herkünfte lagen die Schlachtkörperqualitäten der ökologisch gehaltenen Schweine hinter denen der konventionell gehaltenen Schweine zurück. Insbesondere bei den Merkmalen der Fleischbeschaffenheit war der Einfluss der Umwelt eher gering. Das Geschlecht der Prüftiere wirkte sich deutlich auf sämtliche Fleisch- und Fettmaße der Schweine aus, der Einfluss des Geschlechtes auf die Merkmale der Fleischbeschaffenheit war wenig ausgeprägt.

5.3.1.1 Einfluss der Umwelt

Die ökologische Haltung der Schweine führte in dieser Untersuchung zu längeren Schlachtkörpern, die bei gleicher Ausschachtung einen minimal niedrigeren berechneten Fleischanteil gesamt und im Bauch vorwiesen. Insgesamt standen die ökologischen Prüftiere 15 Tage länger im Versuch als die konventionellen, was die im Schnitt um 2 cm längeren Schlachtkörper erklären würde. Mit 55,5 und 55,0 % wiesen sowohl die konventionell als auch die ökologisch gehaltenen Schweinen gute Fleischanteile auf (siehe Abbildung 6). Die Unterschiede bei der Auswertung über alle Herkünfte waren zwischen den Umwelten allerdings gering. Sowohl die in der konventionellen als auch in der ökologischen Umwelt erzielten Fleischanteile sind mit aktuellen Ergebnissen der Leistungsprüfungen auf Station vergleichbar, wenn extrem fleischreiche Herkünfte wie Pietrain und deren Kreuzungsendprodukte außer Acht gelassen werden (LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT; FORSTEN UND GARTENBAU SACHSEN-ANHALT, 2006; BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2007; LANDESBETRIEB LANDWIRTSCHAFT HESSEN, 2007). Bis auf die Seitenspeckdicke wurden für die ökologisch gehaltenen Schweine an sämtlichen anderen Messstellen höhere Speckdicken ermittelt. Auffällig waren die unterschiedlich hoch ausfallenden Differenzen zwischen den Umwelten für die Fleisch- und Fettflächen des Koteletts. Die konventionell gehaltenen Schweine erzielten bessere Ergebnisse für beide Merkmale. Die Differenzen bezüglich der Fleischflächen waren aber sehr viel deutlicher ausgeprägt als dies für die Fettflächen des Koteletts der Fall war. Dies resultierte in einem schlechteren Fleisch-Fett-Verhältnis für die ökologisch gehaltenen Schweine, allerdings war auch das Niveau der konventionell gehaltenen Schweine für dieses Merkmal beim Vergleich mit den zusammengefassten Nachkommenprüfungen des ZENTRALVERBAND DER DEUTSCHEN SCHWEINEPRODUKTION (ZDS) (2005) eher mäßig.

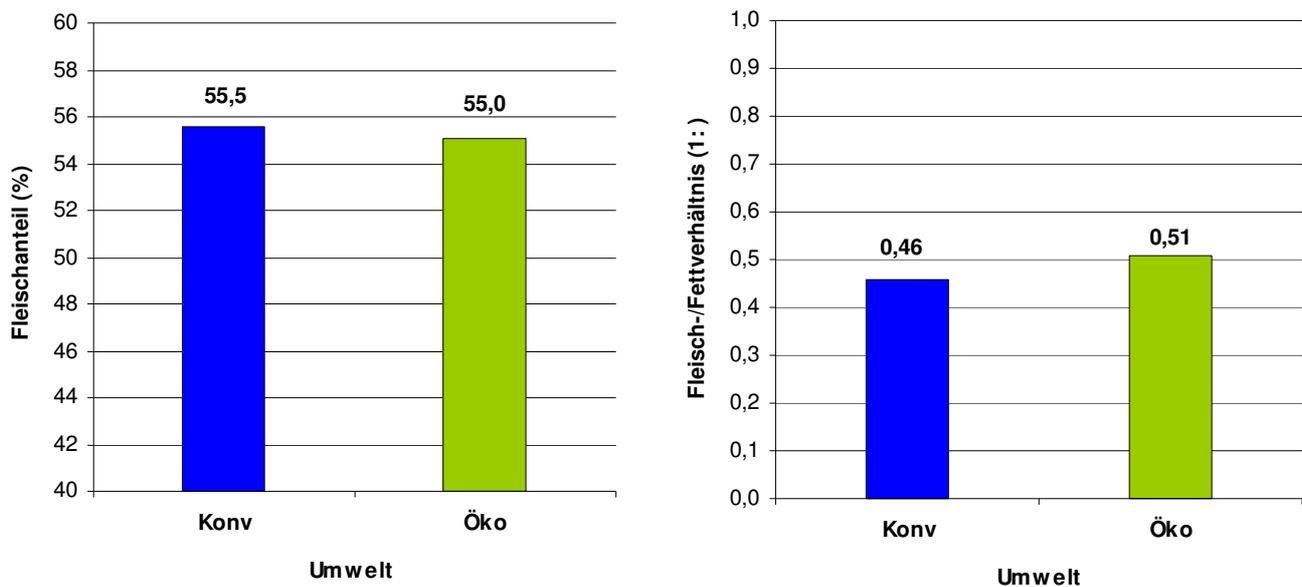


Abbildung 6: LSQ-Mittelwerte für den Fleischanteil und das Fett-Fleisch- Verhältnis nach Umwelt

Insgesamt hatten die ökologische Haltung und Fütterung der Prüftiere in der vorliegenden Untersuchung einen negativen Einfluss auf die Schlachtkörperqualität, besonders hinsichtlich des Fleischanteils. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit Untersuchungen von HANSSON *et al.* (2000), OLSSON *et al.* (2003), MILLET *et al.* (2005) und HANSEN *et al.* (2006), in denen geringe Unterschiede im Fleischanteil zugunsten konventionell gehaltener Schweine gefunden wurden. Gegenteilige Ergebnisse bezüglich des Fleischanteils und der allgemeinen Verfettung ökologisch gehaltener Schweine im Vergleich zu einer konventioneller Mast werden zumeist dann erzielt, wenn es sich um Vergleiche mit der Freiland- bzw. Außenhaltung von Schweinen mit großzügigem Auslauf handelt oder eine restriktive Fütterung vorliegt (vgl. ENFÄLT *et al.*, 1997; STERN *et al.*; MILLET *et al.*, 2004). Die Tiere müssen dann einen höheren Anteil der Futterenergie zur Regulierung der Körpertemperatur und Bewegungsaktivität aufwenden, was zu einem langsameren und magereren Wachstum der Tiere führt. Da den Schweinen in der vorliegenden Untersuchung kein Auslauf zur Verfügung stand, können lediglich Temperaturschwankungen als maßgeblicher Einflussfaktor der Haltungsumwelt gelten. Weder in den Sommer- noch den Winterdurchgängen lagen aber so extreme Temperaturen vor, dass die Futtermittelaufnahme der Schweine maßgeblich beeinflusst worden wäre oder der Energieaufwand zur Regulierung der Körpertemperatur erheblich hätte gesteigert werden müssen. Es ist davon auszugehen, dass die ökologische Fütterung der Schweine aufgrund des geringeren Lysingehaltes zu den beobachteten Unterschieden im Fleischanteil und den Speckmaßen geführt hat. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von BIDNER *et al.* (2004) und RUSUUNEN *et al.* (2007). Auch die Reduktion der Fleischfläche des Koteletts der ökologisch gefütterten Tiere entspricht verschiedenen Publikationen, die den Einfluss verminderter Lysingehalte auf die Schlachtkörperqualität von Schweinen untersuchten (KERR *et al.*, 1995; KERR *et al.*, 2003; BIDNER *et al.*, 2004). Der Einfluss der Umwelt auf die Fettmaße war bei der

Auswertung über alle Herkünfte insgesamt weniger deutlich ausgeprägt als vermutet, was zu der relativ geringen Differenz bei den berechneten Fleischanteilen führte.

Der Einfluss der Umwelt auf die Fleischbeschaffenheit beschränkte sich auf die pH-Werte, die 24 Stunden nach der Schlachtung im Kotelett gemessen wurden sowie die Leitfähigkeitswerte 24 Stunden nach Schlachtung und die Fleischhelligkeit. Der pH_{24k}-Wert lag für die Schweine in der ökologischen Umwelt geringfügig niedriger. Der Unterschied ist im Vergleich zu den gleich gerichteten Unterschieden, die von ENFÄLT *et al.* (1997) und LAMBOOIJ *et al.* (2004) zwischen ökologisch und konventionell gehaltenen Schweinen gefunden wurden, aber vernachlässigbar klein. Allerdings handelte es sich bei diesen Untersuchungen um ökologische Freilandhaltungen von Schweinen, die mit den vorliegenden Versuchsbedingungen wenig vergleichbar sind. Die Feldvergleiche der Fleischqualität konventionell und alternativ gehaltener Schweine von BÄRLOCHER (2005) oder die Untersuchung von HANSEN *et al.* (2006) sind eher mit dem vorliegenden Versuchsaufbau vergleichbar und deckten keinen signifikanten Einfluss der Haltung auf den pH-Wert des Koteletts 24 Stunden nach der Schlachtung auf. Konsistente Aussagen zum Einfluss von verschiedenen Haltungssystemen auf die Fleischbeschaffenheitsparameter von Schweinen sind schwierig, da diese Merkmale von zu vielen Parametern wie Art der Aufzucht, Fütterung, Genetik, Behandlung vor, während und nach der Schlachtung abhängig sind (vgl. MILLET *et al.*, 2005a).

5.3.1.2 Einfluss des Geschlechts

Wie schon aus den Mastleistungen zu folgern war, übte das Geschlecht einen Einfluss auf die erfassten Fleisch- und Speckmaße aus. Dieser war als höchst signifikant nachzuweisen. Kastraten erzielten bei kürzeren Schlachtkörpern und einer geringeren Ausschachtung niedrigere Fleischanteile und wiesen ein schlechteres Fleisch-Fett-Verhältnis auf (siehe Abbildung 7).

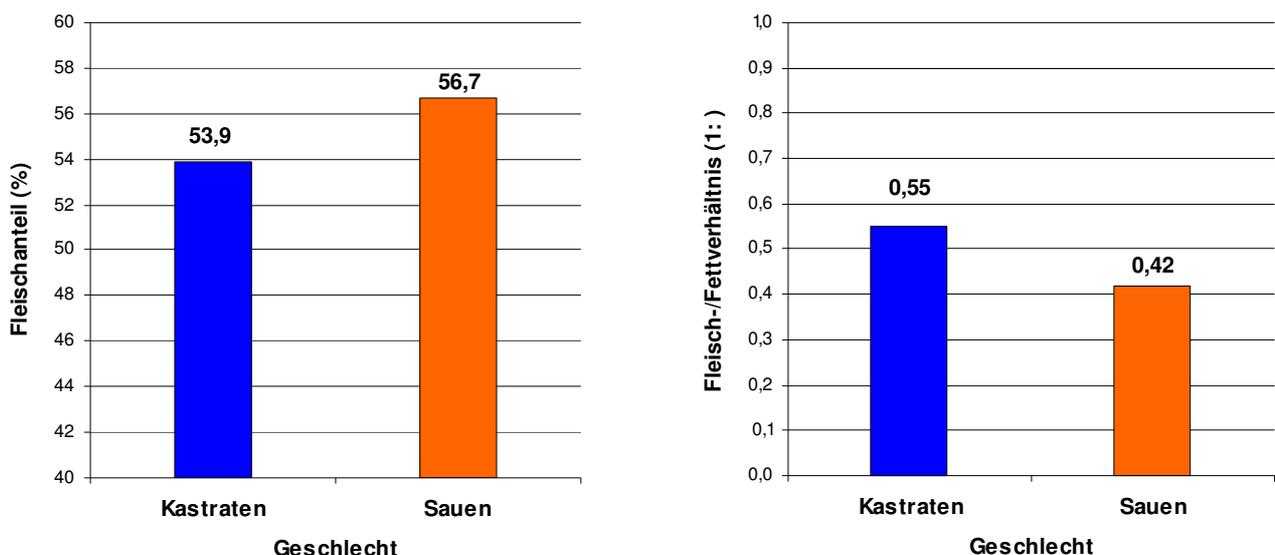


Abbildung 7: LSQ-Mittelwerte für den Fleischanteil und das Fett-Fleisch-Verhältnis nach Geschlecht

Alle gemessenen Speckdicken lagen für Kastraten über denen der weiblichen Tiere, was insgesamt der Tendenz zu fetteren Schlachtkörpern bei kastrierten männlichen Schweinen entspricht (vgl. FRIESEN *et al.*, 1994; UNRUH *et al.*, 1996; BALL, 2000; HAMILTON *et al.*, 2000; LATORRE *et al.*, 2004 & 2003). Bezüglich der Fleischbeschaffenheit lagen höchst signifikante Unterschiede zwischen Kastraten und Sauen für den pH-Wert des Koteletts vor, der für Sauen niedriger lag, wobei sich diese Differenz 24 Stunden nach der Schlachtung nicht mehr auffinden lies. Der pH-Wert des Schinkens 24 Stunden nach der Schlachtung unterschied sich jedoch zu diesem Messzeitpunkt zwischen den Geschlechtern und war für Sauen niedriger als für Kastraten. Die Leitfähigkeit des Fleisches von Sauen war ca. 1 Stunde nach der Schlachtung signifikant höher als von Kastraten, was sich allerdings im Verlauf von 24 Stunden wieder egalisierte. Inwiefern das Geschlecht von Schweinen einen Einfluss auf die Parameter der Fleischbeschaffenheit hat geht aus der Literatur nicht eindeutig hervor. Während zumeist kein signifikanter Einfluss des Geschlechtes auf Anfangs- und End-pH-Werte des Fleisches gefunden werden konnte (UNRUH *et al.*, 1996; CISNEROS *et al.*, 1996a; LEACH *et al.*, 1996; ARMERO *et al.*, 1999; LATORRE *et al.*, 2003), stellten D`SOUZA & MULLAN (2002) und LATORRE *et al.* (2004) ebenfalls niedrigere pH-Werte für Sauen fest. Da Stress vor der Schlachtung einen wichtigen Einflussfaktor auf den Verlauf des pH-Wertes darstellt, kann anhand der aufgefunden Unterschiede des pH-Wertes und der Leitfähigkeit unterstellt werden, dass sich die Geschlechter bezüglich ihrer Stressempfindlichkeit in der vorliegenden Untersuchung unterschieden.

5.3.1.3 Geschlechtsunterschiede zwischen den Herkünften

Bei der Auswertung der Merkmale der Schlachtkörperqualität wurden signifikante Interaktionen zwischen Herkunft und Geschlecht für die berechneten Fleischanteile, zwei der drei gemessenen Rückenspeckdicken sowie den Seitenspeck, die Fettmaße des Koteletts und die Fleischhelligkeit nachgewiesen. Während bei der Fleischhelligkeit der Vergleich der Geschlechter innerhalb der Herkünfte zeigt, dass sich die Ausprägung dieses Merkmals zwischen jeder Untergruppe unterschied, ist für die anderen signifikanten Interaktionen eindeutig die Herkunft SH als Haupteinflussfaktor zu identifizieren. Dies ist direkt auf die Schlachtkörperqualität der weiblichen SH-Reinzuchten zurückzuführen, die sich im Gegensatz zu den anderen Herkünften nicht von der der Kastraten unterschied. Bis auf diese Ausnahme lagen für die Kastraten niedrigere Fleischanteile und höhere Speckdicken vor. Bei den SH-Reinzuchten lagen beide Geschlechter gleich auf, bei der Fettfläche des Koteletts lagen die weiblichen SH-Schweine sogar über den Kastraten. BERESKIN *et al.* (1990) konnten ebenfalls Interaktionen zwischen Geschlecht und Zuchtlinie für die durchschnittlich gemessenen Rückenspeckdicken nachweisen. Dies würde bedeuten, dass sich zwischen bestimmten Herkünften die geschlechtsabhängigen Leistungsunterschiede unterschiedlich stark ausprägen, was auf verschiedene Zuchteinflüsse zurückgeführt werden kann. Davon kann im vorliegenden Fall nicht ausgegangen werden. Vielmehr zeigt sich bei Betrachtung der LSQ-Mittelwerte nach Herkunft und Geschlecht, dass die eingesetzten 8 weiblichen Reinzuchten im Vergleich mit den SH-Kastraten und den anderen Herkünften relativ schlechte Leistungen erzielten. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass insgesamt sehr wenige weibliche SH-Reinzuchten in nur einem Versuchsdurchgang eingesetzt werden konnten. Die von den weiblichen SH-Reinzuchten

erzielten Leistungen in dieser Untersuchung können aufgrund dessen nicht als repräsentativ für diese Herkunft eingestuft werden, zumal ein relativ hoher Krankheitsdruck auf dieser Herkunft lastete.

5.3.2 Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten

Für die berechneten Fleischanteile, sowie die Speckmaße und die Fleisch- und Fettflächen des Koteletts lagen signifikante Interaktionen zwischen Herkunft und Umwelt vor. Mit Ausnahme einer höchst signifikanten Interaktion für den pH₂₄-Wert gemessen im Schinken, konnte für die Merkmale der Fleischbeschaffenheit kein nennenswerter Einfluss der Interaktion aus Herkunft und Umwelt nachgewiesen werden.

Tendenziell wiesen die ökologisch gehalten und gefütterten Prüftiere längere Schlachtkörper auf, was den Einfluss der Prüfdauer auf die Schlachtkörperlänge deutlich macht. Es zeigt sich, dass die Herkünfte mit den größten Differenzen bezüglich der Prüfdauer auch die größten Differenzen bezüglich der Schlachtkörperlänge aufwiesen. Im Gegensatz dazu erzielten die ökologisch gehaltenen Schweine in der Untersuchung von MILLET *et al.* (2004) kürzere Schlachtkörper was allerdings auch mit dem schnelleren Wachstum dieser Schweine zusammenhing. Lediglich bei den PlxSH Tieren bestanden trotz der relativ großen Differenz der Prüfdauer von 16 Tagen zwischen den beiden Umwelten keine signifikanten Unterschiede bei der Schlachtkörperlänge. Die SH-Reinzuchten hatten im Vergleich zu den AS- und PlxAS-Tieren unabhängig von der Prüfdauer überraschend lange Schlachtkörper und wiesen mit 105 cm Schlachtkörperlänge in der ökologischen Prüfumwelt das Maximum für dieses Merkmal auf.

Die Ausschachtung der ökologisch gehaltenen Schweine lag mit Ausnahme der Herkunft PlxSH unter der der konventionellen Prüftiere, wobei dieser Unterschied nicht signifikant war. Nur die Umweltdifferenz bei den DUxDL Schweinen erwies sich zugunsten der Ausschachtung in der konventionellen Umwelt als signifikant. Unterschiede in der Ausschachtung können zum einen aufgrund unterschiedlicher Organ- bzw. Verdauungstraktgewichte auftreten. Als Haupteinflussfaktor auf dieses Merkmal kann allerdings die Anlage von viszeralem Körperfett gelten, welches nach der Schlachtung entnommen wird. HEYER *et al.* (2004) fanden ebenfalls bei ökologisch gehaltenen Schweinen eine niedrigere Ausschachtung als bei konventionell gehaltenen Schweinen und führten dies auf ein größeres Gewicht des Verdauungstraktes aufgrund einer höheren Raufutteraufnahme zurück. Da den ökologisch gehaltenen Schweinen in der vorliegenden Untersuchung kein zusätzliches Raufutter zur Verfügung stand und die Aufnahme von Stroh nach Beobachtungen als gering einzuschätzen war, ist davon auszugehen, dass die Unterschiede bezüglich der Ausschachtung eher auf die verstärkte Anlagerung von Abdominalfett zurückzuführen sind. Dies wird auch durch die entsprechenden Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten bei den Magerfleischanteilen und die Annahme der allgemein höheren Verfettung der ökologischen Prüftiere unterstützt.

Für sämtliche Speckmaße und die daraus berechneten Fleischanteile lagen hoch bzw. höchst signifikante Unterschiede zwischen Herkunft und Umwelt vor. Verantwortlich für die signifikante Interaktion für diese Merkmale waren die Leistungsdifferenzen der SH-, PlxSH- und DUxDL-Tiere. Im Fall der SH- und PlxSH-Schweine lagen bessere Leistungen in der ökologischen Prüfumwelt vor, bei den DUxDL-Schweinen traten die größten Differenzen zwischen den Prüfumwelten zugunsten der konventionellen Prüfumwelt auf (siehe Tabelle 15). Eine nach Station getrennte Auswertung zeigte, dass die Differenzen zwischen den Umwelten für die in Neu-Ulrichstein aufgestellten Herkünfte aufgrund der guten ökologischen Futterration zu gering waren, um eine signifikante Interaktion aus Herkunft und Umwelt aufzuzeigen. Für die Schlachtkörperqualität der in Rohrsen aufgestellten Schweine wurden auch bei der getrennten Auswertung für die Fleischanteile und die meisten der Speckmaße signifikante Interaktionen aufgefunden, die aufgrund der unterschiedlich hohen Umweltdifferenzen der AS- und DUxDL-Tiere zustande kamen. Daher ist die höchst signifikante Interaktion für die nach den Stationen zusammengefasste Auswertung der Merkmale nicht auf die Leistungsumkehrung der SH- und PlxSH-Schweine zwischen den Umwelten zurückzuführen, sondern unterschiedlichen, aber in gleicher Richtung verlaufenden Leistungsdifferenzen geschuldet.

Die Unterschiede im Fleischanteil zwischen den Umwelten waren – mit Ausnahme der Herkunft DUxDL – sehr niedrig. Dies weist auf die gute Zusammensetzung der ökologischen Futterrationen hin. SUNDRUM *et al.* (2000) ermittelten für Schweine, die ebenfalls mit einer rein aus heimischen Futtermitteln zusammengesetzten ökologischen Ration gefüttert wurden, Fleischanteile, die sich nicht von denen konventionell gefütterter Tiere unterschieden. Von allen Herkünften erzielten die BHZP-Schweine in beiden Umwelten die höchsten Fleischanteile. Zusammen mit den PlxDE-Tieren, die mit 58,8 % und 57,9 % in der konventionellen bzw. ökologischen Umwelt die zweithöchsten Fleischanteile aufwiesen, verdeutlicht diese Herkunft das gute Fleischansatzvermögen moderner Mastschweinegenotypen. Die beiden Reinzuchten der alten Rassen AS und SH unterschieden sich in ihrem Fleischanteil nicht signifikant zwischen den Prüfumwelten und schwankten bei Anteilen zwischen etwa 48 und 52 % (siehe Abbildung 8).

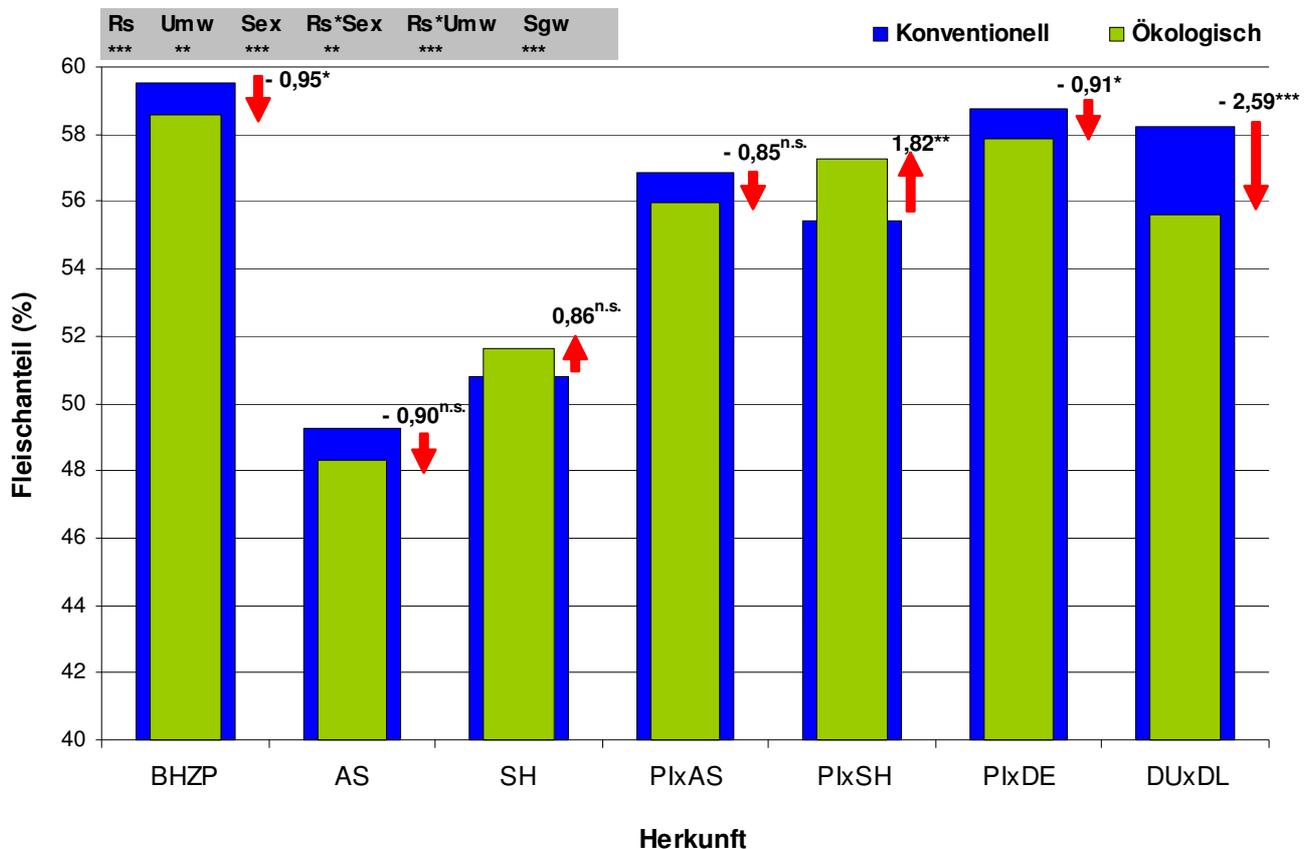


Abbildung 8: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für den Fleischanteil (Bonner Formel) nach Herkunft und Umwelt

Obwohl er nicht signifikant ist, so ist der höhere Fleischanteil der ökologisch gehaltenen SH-Schweine ein Ergebnis, das in Anbetracht der zwischen den Umwelten kaum differierenden Mastleistungen nicht zu erwarten war. Zudem wirkte sich der SH-Anteil in der Kreuzung mit PI-Ebern gleichermaßen auf die Schlachtkörperqualität der Kreuzungstiere aus. Bei einem insgesamt höheren Fleischanteil verstärkte sich die Differenz zwischen den Umwelten zugunsten der ökologisch gehaltenen Tiere noch. Auch MICKLICH *et al.* (2002) konnten beim Vergleich einer Stall- und einer Freilandhaltung einen signifikant höheren Fleischanteil bei im Freiland gehaltenen Deutschen Sattelschweinen ermitteln, während bei Schwerfurter Fleischschweinen bzw. Duroc-Reinzuchten keine Unterschiede zwischen den Haltungsarten gefunden wurden. Dass alternativ gehaltene Schweine teilweise günstigere Schlachtkörperqualitäten als konventionell gehaltene Tiere aufweisen, ist in Untersuchungen von HOFFMANN *et al.* (2003), STRUDSHOLM & HERMANSEN (2005) und HANSEN *et al.* (2006) nachgewiesen worden. Allerdings spielten hier Temperatur- bzw. Fütterungsunterschiede die maßgeblich beeinflussende Rolle. Ein Vergleich verschiedener Herkünfte wurde in diesen Untersuchungen nicht durchgeführt.

Das Protein- und Fettansatzvermögen von Schweinen wird maßgeblich vom genetischen Ansatzvermögen der Schweine, der täglichen Futteraufnahme, der dabei aufgenommenen

Menge an Energie und Protein und deren Verbrauch bestimmt. Die oftmals proteinärmeren ökologischen Futterrationen können einem erhöhten Energiebedarf aufgrund alternativer Haltungsmethoden gegenüberstehen. Die Konsequenz für die Schlachtkörperqualität alternativ gehaltener Schweine ist nicht eindeutig. Sie wird in Abhängigkeit von der Kombination aus Fütterung und Haltung variieren (vgl. MILLET *et al.*, 2005). Inwiefern unterschiedliche Schweineherkünfte auf diese Bedingungen reagieren, ist bisher wenig untersucht worden.

Einen Hinweis darauf, dass alte und moderne Schweineherkünfte unterschiedlich auf verschiedene Fütterungsbedingungen reagieren geben WOOD *et al.* (2004). Sie stellten fest, dass bei den beiden alten Rassen Berkshire und Tamworth der Fettgehalt des Schlachtkörpers bei einer rohproteinärmeren Ration weniger stark anstieg als dies bei Duroc- bzw. Large-White-Schweinen war. Sie führten dies auf das hohe Proteinansatzvermögen der modernen Herkünfte zurück, die energie- und proteinreiche Futterrationen ohne einen übermäßigen Fettansatz umsetzen konnten. Werden solche Herkünfte mit proteinärmeren Rationen versorgt, wird die im Futter enthaltene Energie verstärkt in Fett umgewandelt. Erschwerend wirkt sich hierbei aus, dass moderne Schweineherkünfte infolge jahrzehntelanger Selektion auf eine günstige Futtermittelverwertung ein relativ niedriges Futteraufnahmevermögen aufweisen. Eine Kompensation des Proteinfizits durch die Erhöhung der Futteraufnahme gelingt diesen Tieren nicht. In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich dies bei den BHZP- und PlxDE-Schweinen sehr deutlich. Während bei den anderen Herkünften die Futteraufnahme in der ökologischen Umwelt stieg oder sich nicht deutlich unterschied, nahmen diese beiden Herkünfte in der ökologischen Umwelt weniger Futter auf, was bei niedrigeren Zunahmen zu einem geringeren Fleisch- und einem höheren Speckanteil führte (siehe Tabelle 20), wobei allerdings die relativen Fleischanteile für diese Herkünfte in beiden Umwelten die höchsten waren.

Tabelle 20: Auswirkung der ökologischen Haltung und Fütterung auf Futteraufnahme, Zunahme, Fleischanteil und Speckmaße im Vergleich zu konventionellen Haltung und Fütterung nach Herkunft

	Gft (kg)	Tzpr (g)	Bmfa (%)	Sp (cm)
BHWP	↓	↓	↓	↑
AS	↑	↔	↓	↑
SH	↔	↓	↔	↔
PlxAS	↑	↓	↓	↑
PlxSH	↔	↓	↑	↓
PlxDE	↓	↓	↓	↑
DUxDL	↑	↓	↓	↑

↓ niedriger ↑ höher ↔ gleichbleibend

Die Auswirkungen einer ökologischen Fütterung, die im Vergleich zu einer konventionellen Ration weniger Energie und Rohprotein enthält, werden beim Vergleich der Leistungen der DUxDL-, AS- und SH-Tiere bzw. deren Kreuzungen mit PI-Ebern deutlich. Die SH- und P1xSH-Schweine konnten ihre Futteraufnahme nicht steigern und nahmen im Vergleich zu den konventionellen Schweinen dieser Station aufgrund der Zusammensetzung der ökologischen Ration weniger Energie bei mehr Rohprotein auf, was zu niedrigeren Zunahmen aber einem höheren Proteinsatz bei einem geringeren Fettansatz führte. Die DUxDL-, AS- und P1xAS-Schweine hingegen steigerten durch die erhöhte Futteraufnahme zwar auch ihre Energie- und Rohproteinaufnahme, allerdings hatte dies keinen positiven Einfluss auf die täglichen Zunahmen und den Fleischanteil. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Proteinansatzpotenzial dieser Herkünfte bereits ausgeschöpft war. Die Unterschiede des Protein- und Fettansatzpotenzials der eingesetzten Herkünfte werden auch bei der Betrachtung des Fleisch-Fett-Verhältnisses deutlich (siehe Abbildung 9).

Es zeigt sich, dass die beiden alten Herkünfte in beiden Umwelten ein relativ schlechtes Fleisch-Fett-Verhältnis hatten, die Unterschiede zwischen den Umwelten waren für die AS- und SH-Reinzuchten gering und nicht signifikant. Die im Vergleich zu den anderen Herkünften große Differenz zwischen den Umwelten für die DUxDL-Schweinen, die sich schon beim Fleischanteil nach Bonner Formel andeutete, kann als Auswirkung der erhöhten Futteraufnahme in der ökologischen Umwelt verstanden werden. Dadurch nahmen diese Tiere im Vergleich zu den BHZP- und P1xDE-Schweinen zwar mehr Energie und Protein auf, konnten dies aber aufgrund eines schlechteren Ansatzpotenzials nicht umsetzen, was den Fettgehalt des Schlachtkörpers steigerte.

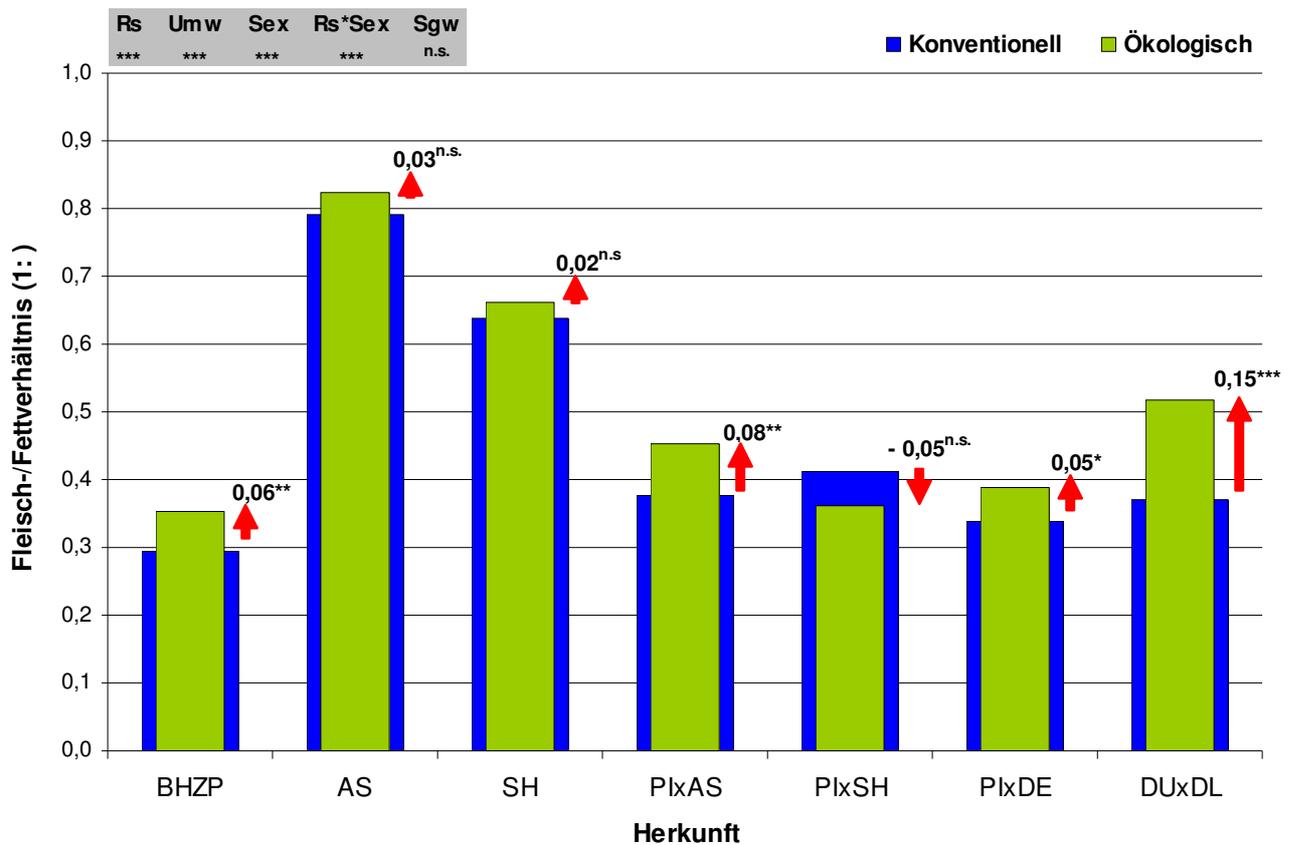


Abbildung 9: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für das Fleisch-Fett-Verhältnis nach Herkunft und Umwelt

Für die Merkmale der Fleischbeschaffenheit lagen lediglich höchst signifikante Interaktionen für den pH₂₄-Wert im Schinken vor. Dieser unterschied sich in Höhe und Richtung zwischen den Umwelten bei einigen Herkünften signifikant. Insgesamt bestanden keine Hinweise auf Fleischqualitätsmängel: Der pH₂₄-Wert im Schinken lag für alle Herkünfte in allen Umwelten unter 5,8, was als Richtwert für eine unbedenkliche Fleischbeschaffenheit gilt. Allerdings wurde für die PlxDE-Schlachtkörper aus der konventionellen Haltung ein durchschnittlicher Wert von 5,75 gemessen, der somit relativ hoch war. Auch die Differenz zwischen den Umwelten war für diese Herkunft am höchsten, was sich auch bei den Messungen der Fleischhelligkeit widerspiegelte. Hohe End-pH-Werte im Schinken können ein Hinweis auf einen überstürzten Glykogenabbau vor der Schlachtung sein und weisen zusammen mit einer dunklen Fleischfarbe auf DFD-Fleisch hin. Dennoch konnte dieser Mangel wegen der nicht überschrittenen Richtwerte für Fleischbeschaffenheitsmängel und in Anbetracht der im Kotelett gemessenen, unauffälligen Werte nicht angenommen werden.

Für die AS- und SH-Schlachtkörper aus ökologischer Haltung wurden im Gegensatz zu den anderen Herkünften als einzige höhere pH₂₄-Werte im Schinken gemessen. MILLET *et al.* (2004) stellten hingegen fest, dass sowohl die ökologische Haltung als auch Fütterung zu einem niedrigeren End-pH-Wert in Schinken und Kotelett sowie zu dunklerem Fleisch führten. Dies führten sie auf einen höheren Glykogengehalt des Muskels von ökologisch gehaltenen

Schweinen zurück, von dem vermutet wird, dass er bei ökologisch gehaltenen Schweinen aufgrund größerer Bewegungsaktivitäten höher ist. In der vorliegenden Untersuchung unterschieden sich die im Kotelett gemessenen End-pH-Werte nicht in einem Umfang zwischen den Umwelten, dass diese Annahme zutreffen könnte. Zudem lagen für einige Herkünfte höhere pH-Werte in der ökologischen Umwelt vor. Die vergleichsweise hohen Umweltdifferenzen für die Leitfähigkeit im Kotelett der SH- und der PlxSH-Schweine 24 Stunden nach der Schlachtung erscheinen auffällig. In Kombination mit den geringen Unterschieden bei der Fleischhelligkeit, die nur für diese Herkünfte in der ökologischen Umwelt niedriger waren, können die Differenzen jedoch nicht genau interpretiert werden. Niedrigere Lf24-Werte deuten im Allgemeinen auf einen geringeren Anteil intrazellulärer Flüssigkeit in den Muskelzellen hin. Zusammen mit einer dunkleren Farbe zeigen sie eine bessere Fleischqualität an. Allerdings lassen die vergleichsweise hohen Leitfähigkeitswerte der PlxSH-Schweine sowie die niedrigen Start-pH-Werte des Kotelettmuskels sowohl dieser als auch der SH-Tiere vermuten, dass innerhalb dieser beiden Herkünfte zumindest mischerbig stressstabile Tiere vorhanden waren.

5.4 Fleischzusammensetzung

Bei der statistischen Auswertung der Fleischzusammensetzung der Kotelettproben der in Rohrren aufgestellten Schweine erwiesen sich die Herkunft, die Umwelt und das Geschlecht sowie die jeweiligen Interaktionen als signifikanter Einfluss auf den Fettgehalt des Fleisches. Ein ähnliches Bild ergab sich für den Wassergehalt, der Proteingehalt des Fleisches unterschied sich lediglich zwischen den Herkünften und Umwelten. Im Folgenden soll hauptsächlich auf den intramuskulären Fettgehalt (IMF) des Fleisches eingegangen werden, da dieser als Haupteinflussfaktor für die sensorische Einordnung des Fleisches gilt. Zudem kann erwartet werden, dass diesem Merkmal in Zukunft eine größere Bedeutung in der Schweinezucht zukommen wird. Die Diskussion erfolgt mithilfe der grafischen Darstellung der zuvor tabellarisch dargestellten Ergebnisse. Für die Diskussion der Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten wurden die LSQ-Mittelwerte der Interaktion Herkunft*Umwelt und die Differenzen der einzelnen Herkünfte zwischen den Prüfumwelten in einer Abbildung kombiniert.

5.4.1 Einfluss von Umwelt und Geschlecht

Sowohl die Umwelt als auch das Geschlecht der Schweine übte einen höchst signifikanten Einfluss auf die Fleischzusammensetzung der analysierten Kotelettproben aus. Besonders deutlich zeigte sich dies bei den Gehalten an intramuskulärem Fett. Lediglich der Proteingehalt der Fleischproben unterschied sich nicht zwischen den beiden Geschlechtern.

5.4.1.1 Einfluss der Umwelt

Der IMF der in dieser Untersuchung ökologisch gehaltenen Schweine war im Schnitt über alle Herkünfte mit 2,79 % doppelt so hoch wie der der konventionell gehaltenen Schweine (siehe Abbildung 10). Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von OLSSON *et al.* (2003), die bei ökologisch gehaltenen und gefütterten Schweinen im Vergleich zu konventionell gehaltenen und gefütterten Schweinen einen niedrigeren IMF fanden. Allerdings ist zu beachten, dass in der Untersuchung von OLSSON *et al.* (2003) das ökologische Futter einen höheren Rohproteingehalt aufwies als das konventionelle Futter. Ebenso konnte bisher kein positiver Einfluss einer alternativen Haltung, sprich der Freilandhaltung bzw. eines größeren Bewegungsangebotes, auf den IMF von Schweinefleisch nachgewiesen werden (zusammengefasst bei MILLET *et al.*, 2005). Da den Schweinen in der vorliegenden Untersuchung kein Auslauf zur Verfügung stand, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Haltung Unterschiede zwischen den ökologisch und konventionell geprüften Schweinen auf Klimaeinflüsse beschränken, die die Menge des täglich aufgenommenen Futters geringfügig beeinflusst haben.

Es ist vielmehr anzunehmen, dass die Unterschiede bezüglich der Fütterung einen maßgeblichen Einfluss auf die Fleischzusammensetzung hatten. Dies wird von den Ergebnissen von MILLET *et al.* (2004) unterstützt. Sie zeigten, dass eine ökologische Fütterung auch unter konventioneller Haltung zu einem höheren IMF führen kann. Die in Rohrsen verfütterte ökologische Ration wies niedrigere Energie- und Rohproteingehalte auf. Die Versorgung mit den erstlimitierenden Aminosäuren wurde sichergestellt, auch wenn der Gehalt an Methionin und Cystin etwas niedrig war. Es ist davon auszugehen, dass diese Merkmale der Ration, die als Eiweißträger zu 100 % heimische Leguminosen beinhaltete, den IMF der ökologisch gehaltenen Schweine derart positiv beeinflusste. Allerdings ging dies mit einem erhöhten Fett- und einem verminderten Fleischansatz einher, was sich besonders bei den Rückenspeckdicken und der Fleischfläche des Koteletts zeigte. Diese Beobachtungen stehen in Einklang mit Untersuchungen von WITTE *et al.* (2000), D'SOUZA *et al.* (2003) sowie KATSUMATA *et al.* (2005), die ergaben, dass es bei einer Fütterung mit niedrigeren Rohproteingehalten zum verstärkten Fettansatz kommt. Es kann erwartet werden, dass sich niedrige Rohproteingehalte in der Endmast unter Ad-libitum-Fütterung oder bei längerer Mastdauer (und somit älteren Tieren) auch auf die Bildung von intramuskulärem Fett auswirkt. Dies tritt nämlich in der ökologischen Schweinemast teilweise auf.

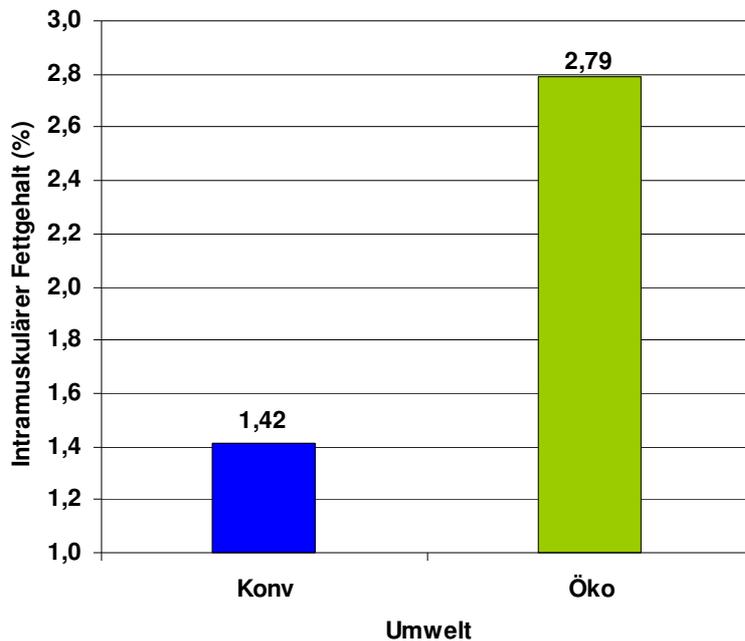


Abbildung 10: LSQ-Mittelwerte für den intramuskulären Fettgehalt nach Umwelt

Die Mastdauer der ökologisch gehaltenen Tiere dieser Untersuchung war 15 Tage länger als die der konventionell gehaltenen. Allerdings lagen zu Beginn der Aufstallung keine gesicherten Angaben zum Aufstallungsalter vor, sodass keine Aussage über das Alter der Schweine zum Prüfungsende getroffen werden kann. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Schweine dieser Untersuchung auch unter den ökologischen Prüfbedingungen nicht das Alter erreichten, in dem sie als ausgewachsen gelten und in dem entwicklungsphysiologisch die IMF-Depots erst angelegt werden.

5.4.1.2 Einfluss des Geschlechts

Der IMF der Kastraten in dieser Untersuchung war im Durchschnitt über alle Herkünfte um 0,5 % höher als der der weiblichen Prüftiere und ging mit niedrigeren Fleisch- sowie höheren Fettmaßen einher (siehe Abbildung 11). Dieses Ergebnis war aufgrund der im Allgemeinen höheren Verfettung von kastrierten männlichen Schweinen im Vergleich zu weiblichen Tieren zu erwarten und wurde in Richtung und Differenzhöhe so auch in Untersuchungen von LATORRE *et al.* (2003) und FISCHER *et al.* (2006) bestätigt. Allerdings konnten CISNEROS *et al.* (1996) und LATORRE *et al.* (2004) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern für den Fettgehalt des Rückenmuskels feststellen.

Ob die unterschiedlichen IMF-Ergebnisse je nach Geschlecht aufgrund der unterschiedlichen Genotypen und Linien dieser Untersuchung zustande kamen, kann nicht mit Bestimmtheit geschlossen werden. Es wäre durchaus denkbar, dass sich je nach Zuchtrichtung und -intensität der züchterischen Bearbeitung die Unterschiede zwischen den Geschlechtern nicht mehr so deutlich ausprägen wie dies bei züchterisch weniger bearbeiteten Rassen und deren Kreuzungen der Fall ist.

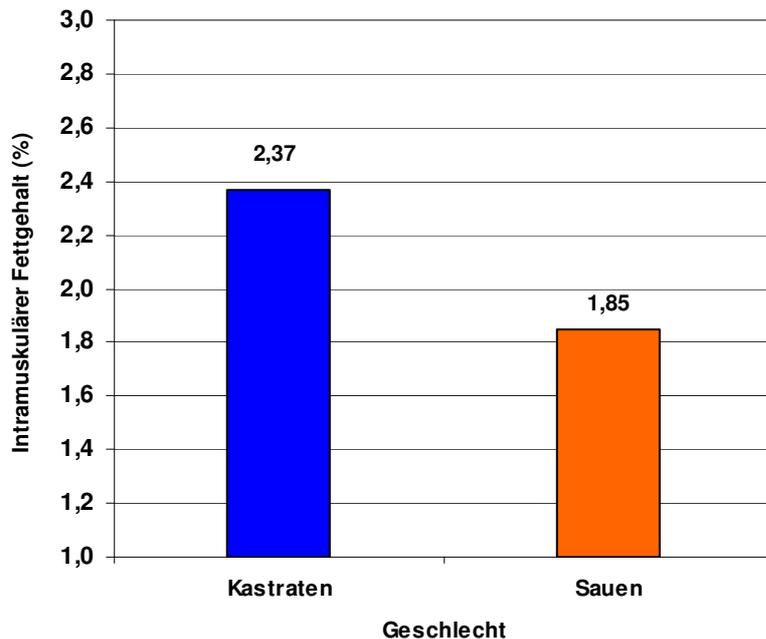


Abbildung 11: LSQ-Mittelwerte für den intramuskulären Fettgehalt nach Geschlecht

5.4.1.3 Geschlechtsunterschiede zwischen den Herkünften

In der vorliegenden Untersuchung gab es hoch signifikante Unterschiede bezüglich des IMF zwischen den Geschlechtern innerhalb der eingesetzten Herkünfte. So war die Differenz für den IMF zwischen den Geschlechtern innerhalb der Rassen und Linien, die seit mehreren Jahrzehnten unter modernen Zuchteinflüssen stehen (BHZP, PlxDE, DUxDL) mit knapp 0,3 zugunsten der Kastraten geringer als dies bei den AS- und PlxAS- Kreuzungstieren der Fall war. Hier lagen die Unterschiede zwischen den Geschlechtern mit 0,6 und 1,0 % deutlich höher (siehe Anhang 6). Unterschiede der Fleischzusammensetzung bezüglich des Geschlechtseinflusses zwischen verschiedenen Herkünften konnten auch von HEYLEN (1999) und SEIFERT (1999) ermittelt werden. Allerdings waren die Differenzen zwischen den Geschlechtern weniger deutlich ausgeprägt als in der vorliegenden Untersuchung. Der relativ große Unterschied des IMF-Gehaltes der PlxAS- Kreuzungstiere zwischen den Geschlechtern ist umso bemerkenswerter als bekannt ist, dass der IMF im Längsverlauf des Rückenmuskels mitunter stark variiert und im Verlauf von kranial nach kaudal in der Rückenmitte in der Regel die niedrigsten Werte einnimmt. HEYLEN *et al.* (1999) zufolge tritt an der häufig genutzten Referenz-Messstelle zwischen dem zweit- und drittletzten Brustwirbel die geringste Differenz zwischen den Geschlechtern auf.

5.4.1.4 Geschlechtsunterschiede zwischen den Umwelten

Wie aufgrund der Merkmalsausprägungen des IMF innerhalb der Prüfumwelten und des Geschlechts zu erwarten war, erzielten die Kastraten in beiden Umwelten einen höheren IMF als die weiblichen Tiere. Die Überlegenheit der ökologisch aufgestellten Tiere für dieses Merkmal spiegelte sich auch innerhalb der Geschlechter wieder. Beide Geschlechter reagierten auf die ökologische Haltung und Fütterung mit nahezu einer Verdopplung des in der konventionellen Umwelt erzielten IMF. Allerdings war die Differenz zwischen den Umwelten bei den Kastraten etwas höher, was zu einer schwach signifikanten Interaktion von Umwelt und Geschlecht führte. Zwar konnte auch bei der Schlachtkörperqualität die Tendenz zu einer größeren Verfettung kastrierter Schweine in der ökologischen Prüfumwelt im Vergleich zur konventionellen Umwelt und zu weiblichen Tieren in beiden Umwelten erkannt werden, was wiederum die Ausbildung eines höheren IMF bei insgesamt fetteren Tieren unterstreicht. Diese war aber nicht statistisch abzusichern und erscheint bei der Betrachtung der Schlachtkörperqualität (siehe 4.2) und des realisierten IMF-Gehaltes der P1xAS-Tiere hinfällig da diese im Vergleich zu den AS-Tieren einen höheren IMF-Gehalt bei einer besseren Schlachtkörperqualität erzielten.

5.4.2 Herkunftsunterschiede zwischen den Umwelten

Alle in dieser Untersuchung aufgestellten Herkünfte erzielten in der ökologischen Prüfumwelt einen signifikant höheren IMF als in der konventionellen. Die von den einzelnen Herkünften in der konventionellen Umwelt realisierten IMF-Gehalte lagen mit 0,97 bis 1,79 relativ niedrig, sind aber durchaus mit bekannten Werten aus der Literatur vergleichbar (KALLWEIT & BAULAIN, 1995; VOLK *et al.*, 2004; MÖRLEIN, 2005). Der aus verschiedenen Untersuchungen bestätigte positive Einfluss der Herkunft DU auf den IMF, konnte auch in dieser Untersuchung nachgewiesen werden (ARMERO *et al.*, 1999; LAUBE 2000; EDWARDS *et al.*, 2003; CHANNON, KERR & WALKER, 2004). Wie schon aufgrund der hohen Fleisch- und relativ niedrigen Fettanteile der BHZP- und P1xDE-Tiere aus der konventionellen Haltung zu erwarten war, erzielten diese Herkünfte die niedrigsten IMF. Der IMF im Rückenmuskel der ökologisch aufgestellten Schweine lag bei allen Herkünften über 2,0 %, überstieg aber lediglich bei den DUxDL- und P1xAS-Schweinen angestrebten Wert von 2,5 %. Es lag eine signifikante Interaktion von Herkunft und Umwelt für den IMF vor. Diese konnte aber nicht auf Veränderung der Rangierung der Herkünfte zwischen den Umwelten zurückgeführt werden, sondern war Ergebnis der signifikant unterschiedlich hohen, aber in ihrer Richtung gleichen Differenzen zwischen den Umwelten (siehe Abbildung 12). Hierfür sind die Abweichungen der Differenzen bei den AS- und P1xAS-Tieren im Vergleich zu den anderen Herkünften verantwortlich. Während die Differenz zwischen den Umwelten bei den AS-Reinzuchten sehr viel geringer ausfiel als bei den Hybrid- und Kreuzungstieren, war die Differenz zwischen den Umwelten bei den P1xAS-Kreuzungen mit etwa 2,0 % sehr hoch. LEBRET *et al.* (2001) ermittelten zwar auch geringe Unterschiede bezüglich der Differenzen des IMF von Hybridschweinen und Duroc x Landrasse-Kreuzungen, die unterschiedlich mit Energie und Protein versorgt wurden. Allerdings waren diese bei Weitem nicht so ausgeprägt wie in der vorliegenden Untersuchung und auch nicht signifikant.

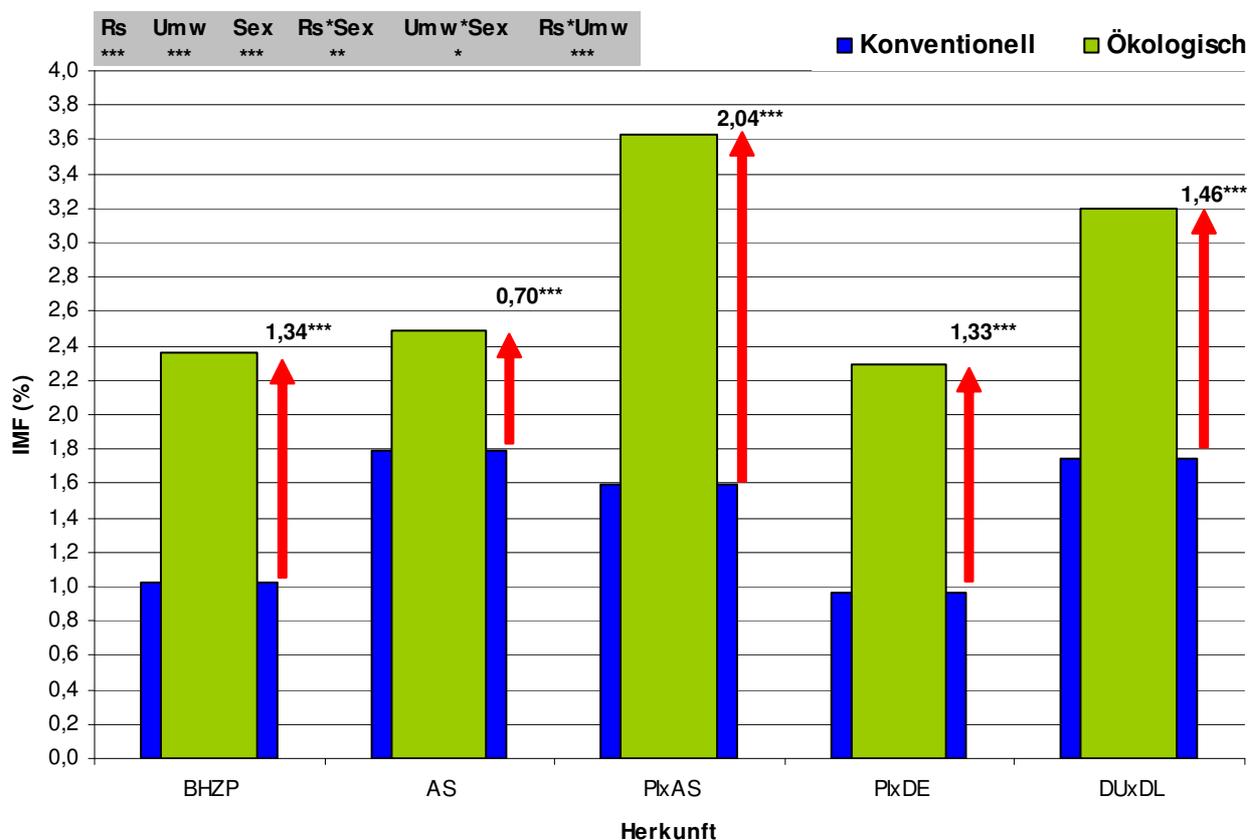


Abbildung 12: LSQ-Mittelwerte, Differenzen und Signifikanz der Differenzen für den intramuskulären Fettgehalt nach Herkunft und Umwelt

Ein höherer IMF der PlxAS-Tiere in der ökologischen Prüfumwelt als der der AS-Reinzuchttiere war nicht zu erwarten. In den Untersuchungen von LAUBE (2000) und HEYLEN (1999) erzielten Kreuzungstiere mit PI-Anteil in der Regel niedrigere IMF als die Reinzuchten. Daher war auch für die PlxAS-Tiere in der vorliegenden Untersuchung von einem niedrigeren IMF in beiden Umwelten im Vergleich zu den AS-Reinzuchten ausgegangen worden. Weder die Futteraufnahme noch die Fleisch- und Fettmaße der PlxAS-Tiere aus der ökologischen Umwelt waren im Vergleich zu den anderen Herkünften so auffällig hoch, dass eine Energieübersversorgung und folglich ein verstärkter Fettansatz bzw. eine verstärkte Fetteinlagerung der ökologisch gehaltenen Schweine hätte vermutet werden können. Die im Vergleich zu den AS-Reinzuchten um 10 Tage größere Differenz in der Prüfdauer zwischen den Umwelten scheint zu gering zu sein, um einen derart großen altersbezogenen Einfluss auf den IMF der ökologisch gehaltenen PlxAS-Schweine gehabt haben zu können.

Im Gegensatz zu den auffälligen Umweltunterschieden des IMF der AS- und PlxAS- Tiere war die Differenzhöhe zwischen den Umwelten für die BHZZP-, PlxDE- und DUXDL- Schweine nahezu gleich. Auch das Niveau des IMF war für die BHZZP- und PlxDE- Schweine in beiden Umwelten ähnlich. Insgesamt zeigten die BHZZP- und PlxDE-Tiere auch fast identische Mastleistungen und Schlachtkörperqualitäten in beiden Umwelten, was zum einen durch die

Einbeziehung der Herkünfte PI und DE in die Züchtung der BHZP-Schweine zu erklären sein dürfte. Zum anderen handelt es sich bei diesen beiden Herkünften um moderne Rassen, die seit längerer Zeit auf möglichst fleischreiche, magere Schlachtkörper selektiert werden, was zu dieser Vergleichbarkeit der Leistungen geführt haben dürfte. Im Gegensatz dazu zeigen die IMF der AS-Reinzuchttiere, dass diese Tiere in Richtung Fleischanteil züchterisch kaum bearbeitet wurden und auch unabhängig von der Futtergrundlage einen relativ hohen Fettansatz vorweisen.

5.5 Phänotypische Korrelationen

In der vorliegenden Untersuchung wurden die phänotypischen Korrelationen der täglichen Futtermittelaufnahme, der Futtermittelvewertung und der täglichen Zunahme als bestimmende Merkmale der Mastleistung, des IMF als wichtiges Merkmal der Fleischbeschaffenheit sowie der Speckmaße und der Fleisch- und Fettfläche des Koteletts als Merkmale der Schlachtkörperqualität untereinander berechnet.

Die phänotypische Korrelation zweier metrischer Merkmale, die an einer bestimmten Anzahl von Individuen ermittelt werden kann, setzt sich aus der genetischen und der umweltbedingten Korrelation zusammen. Im Falle einer Unterscheidung zwischen positiven und negativen Korrelationen der gewählten Merkmale zwischen den Umwelten wäre dies ein Hinweis darauf, dass sich die Umweltbedingungen in unterschiedlichem Maße auf die Prüftiere ausgewirkt haben. Allerdings wird bei der Auswertung über alle Herkünfte ein möglicher Einfluss der Rasse auf die phänotypische Korrelation vernachlässigt. Für die Berechnung der phänotypischen Korrelationen wurden die auf die Station und den Durchgang korrigierten Werte verwendet, sodass Durchgangseffekte auf die Leistungen keinen Einfluss gehabt haben können. Die Bewertung der Korrelationen zwischen den Mastleistungen und den Schlachtkörperqualitäten ist mit Vorsicht vorzunehmen, da es sich bei der täglichen Futtermittelaufnahme und der täglichen Zunahme um Gruppenwerte handelt. Dies verschärft sich noch wenn die Auswertung nicht über alle Herkünfte insgesamt erfolgt.

Im Gegensatz zu den Korrelationen der Mastleistungsmerkmale untereinander und deren Beziehung zum IMF unterschieden sich die Korrelationen der Mastleistung und Schlachtkörperqualitätsmerkmale nicht zwischen den Herkünften. Die gemeinsame Auswertung über alle Herkünfte ergab, dass die Korrelationen der Merkmale in der ökologischen Umwelt weniger stark ausgeprägt waren als dies in der konventionellen Prüfumwelt der Fall war. Dies zeigte sich besonders bei den Korrelationen zwischen den Mastleistungsmerkmalen und den Fleischmaßen des Koteletts und dem IMF. Es konnten – wie erwartet – hohe positive Korrelationen zwischen den Speckmaßen und der Fettfläche des Koteletts gefunden werden, wie auch dementsprechend negative Korrelationen zwischen diesen Maßen und der Fleischfläche des Koteletts. Die Korrelationen der Rückenspeckmaße sowie der Fettflächen des Koteletts zeigen deutlich, dass bei einer insgesamt ansteigenden Verfettung des Schlachtkörpers der IMF steigt, was mit Ergebnissen von NEWCOM *et al.* (2005) übereinstimmt. Allerdings trat dieser Zusammenhang in der ökologischen Haltung nicht mehr so deutlich hervor. Wie auch von HUFF-LORNEGAN *et al.* (2002) berechnet, sank die durch den

IMF-Gehalt hervorgerufene Marmorierung des Fleisches mit einer steigenden Fleischfläche des Koteletts. Allerdings war dies nur für die konventionell erzeugten Schlachtkörper eindeutig nachzuweisen.

Bei Betrachtung der Korrelationen zwischen der täglichen Zunahme und den Speckmaßen zeigte sich, dass diese sich zwischen den Umwelten unterschieden. Während die Speckmaße und die täglichen Zunahmen in der konventionellen Umwelt negativ korreliert waren, wurden hierfür in der ökologischen Umwelt positive Zusammenhänge nachgewiesen. Dies würde bedeuten, dass für die ökologisch gehaltenen Schweine in der vorliegenden Untersuchung höhere Zunahmen mit ansteigenden Speckdicken assoziiert waren, während für die konventionell gehaltenen Schweine bei höheren Zunahmen eine Abnahme der Speckdicken beobachtet werden konnte. Dies spiegelt sich auch in der Beziehung der täglichen Zunahme und der Fleischfläche des Koteletts wider. Sie fielen bei den ökologischen Prüftieren negativ und bei den konventionellen Prüftieren positiv aus. Auch LO *et al.* (1992) konnten positive phänotypische Korrelationen zwischen Zunahmen und Rückenspeckdicken bei einem negativen Zusammenhang der Zunahmen mit der Ausprägung der Fleischfläche des Koteletts finden. Diese waren allerdings generell sehr niedrig. Die Tatsache, dass höhere Zunahmen bei den ökologisch gehaltenen Schweine mit höheren Speckdicken im Zusammenhang standen, ist darauf zurückzuführen, dass die Mehrzahl der ökologisch gehaltenen Schweine für höhere Zunahmen im Vergleich zu den konventionellen Schweinen mehr Futter aufnehmen musste, welches zugleich weniger Rohprotein enthielt. Dies wird auch dadurch gestützt, dass im Gegensatz zu den Tieren aus der konventionellen Umwelt eine schwache positive Korrelation zwischen den täglichen Zunahmen und der Futterverwertung für die Schweine in der ökologischen Prüfumwelt ermittelt werden konnte. Steigerungen der täglichen Zunahme der ökologischen Prüftiere sind nur auf Kosten der Futterverwertung möglich gewesen. Eine mögliche Erklärung hierfür besteht darin, dass es bei den Tieren ab einer bestimmten Wachstumsphase aufgrund der ökologischen Fütterung zu einer vermehrten Fettanlagerung kommt. Dies lässt sich auch durch die Ergebnisse zur Schlachtkörperqualität unterstützen

Die nach Herkünften aufgeteilten Korrelationsberechnungen verdeutlichen, dass sich die Zusammenhänge zwischen den Mastleistungen untereinander sowie auch dem IMF erheblich zwischen den Umwelten und Herkünften unterschieden. Da die so berechneten Korrelationen allerdings meist sehr niedrig und in den meisten Fällen nicht signifikant waren, kann eine sinnvolle Interpretation dieser Ergebnisse nicht erfolgen. Dies ist sicherlich zum größten Teil der geringen Datenbasis geschuldet. Die sehr hohen Korrelationen zwischen täglicher Futteraufnahme und Futterverwertung sollten nicht überbewertet werden, da in die Auswertung die Gruppenwerte einfließen, von denen für vor allem für die alten Herkünfte in ökologischer Aufstallung nur sehr wenige Gruppen zur Verfügung standen.

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

6.1 Genotyp-Umwelt-Interaktionen

In dieser Untersuchung lagen statistisch signifikante Interaktionen zwischen Genotyp und Umwelt für die Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung vor, allerdings traten diese nicht infolge von Rangfolgeverschiebungen der eingesetzten Genotypen zwischen den Umwelten auf. Alle ausschlaggebenden signifikanten Interaktionen beruhten auf unterschiedlich hohen Leistungsdifferenzen der Herkünfte zwischen den beiden Umwelten. Auf Grundlage dieser Differenzen ließ sich nicht nachweisen, dass eine der im Versuch eingesetzten Herkünfte mit den ökologischen Prüfbedingungen im Vergleich zu den konventionellen Prüfbedingungen besser zurechtkam als die anderen.

6.2 Eignung der Herkünfte für die ökologische Schweinemast

Die oftmals erwähnte bessere Eignung alter bzw. robuster Rassen, in diesem der Fall AS- und SH- Schweine, für die ökologische Haltung lässt sich aus den vorliegenden Ergebnissen unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten derzeit nicht bestätigen. Die durchaus guten täglichen Zunahmen dieser Herkünfte in der ökologischen Prüfumwelt standen einem eher niedrigen Fleischanteil und hohen Speckdicken gegenüber. Eventuelle Vorzüge in der Sensorik aufgrund des teilweise höheren IMF würden jedoch durch die extreme Verfettung dieser Herkünfte bei der Vermarktung wieder verloren gehen. Die modernen Herkünfte BHZP und P1xDE erzielten für fast alle betrachteten Merkmale der Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischzusammensetzung in beiden Umwelten gute Leistungen und lagen bei den derzeit in den Auszahlungsmasken berücksichtigten Merkmalen klar vor den alten Herkünften. Es zeigte sich allerdings, dass bei einer entsprechenden Futterzusammensetzung auch bei ökologischer Fütterung gute Mastleistungen und Schlachtkörperqualitäten erzielt werden können.

Unabhängig von den in dieser Untersuchung beschriebenen Leistungsunterschieden und der daraus folgenden wirtschaftlichen Vorzüglichkeit einiger Herkünfte bei bestimmten Leistungsmerkmalen muss festgehalten werden, dass die Rassenwahl in der ökologischen Schweineproduktion immer auch vermarktungsabhängig ist. Eine auf eine Rasse ausgerichtete Marketingstrategie kann im Hinblick auf die Werbung mit der Erhaltung alter Rassen und bestimmten Qualitätsaspekten ebenso wirtschaftlich erfolgreich sein. Wenn in den Betrieben zusätzlich eine nach Geschlecht getrennte Mast und eine restriktive, mehrphasige Fütterung erfolgen würden, könnten auch weniger fleischwüchsige Rassen bessere Schlachtkörper- und Fleischqualitäten erzielen.

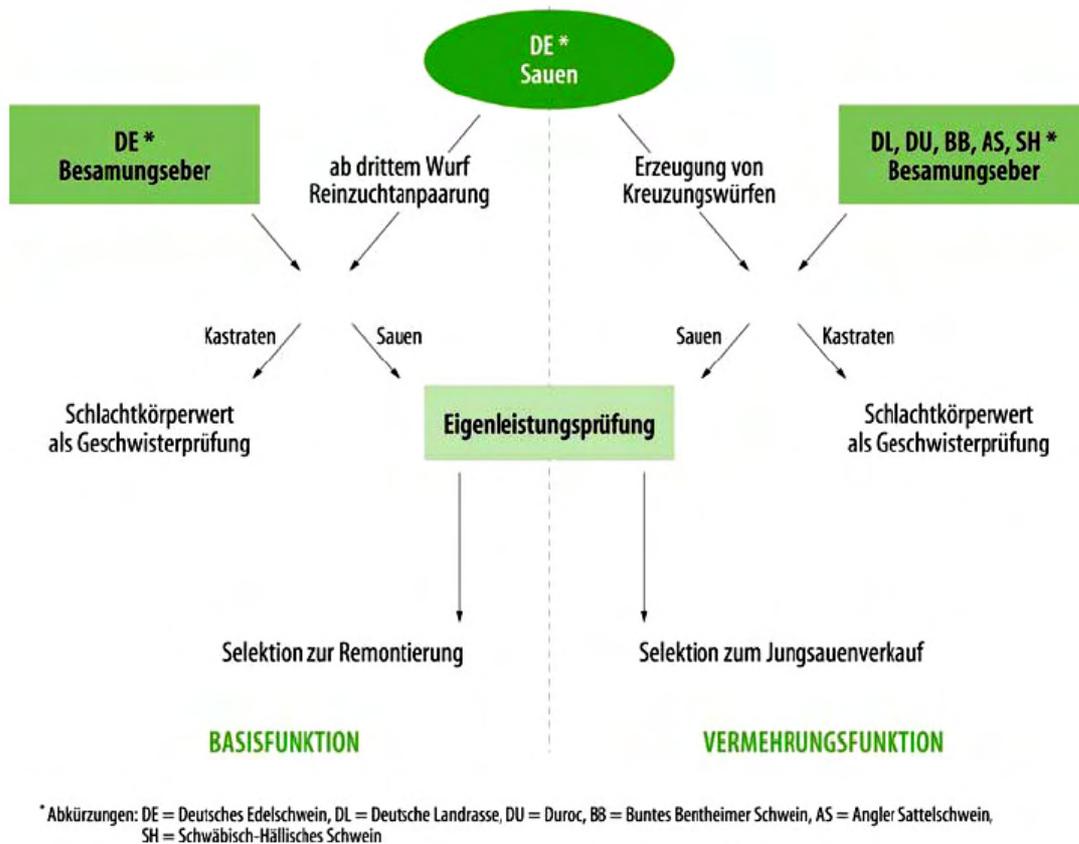
Besonders interessant könnte hierbei auch der Einsatz alter Rassen in Kreuzungsherkünften sein, die sich in der vorliegenden Untersuchung durch relativ gute Schlachtkörperqualitäten auszeichneten.

6.3 Notwendigkeit eines eigenständigen Zuchtprogrammes für die ökologische Schweineproduktion

Aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung kann keine Notwendigkeit eines eigenständigen Zuchtprogrammes für die ökologische Schweineproduktion abgeleitet werden. Die statistische Auswertung der Leistungen der Schweine zeigte keine nennenswerten Rangfolgeverschiebungen zwischen den Herkünften in den beiden Versuchsumwelten. Es kann davon ausgegangen werden, dass Herkünfte, die in konventionellen Zuchtprogrammen die besten Leistungen erbringen und für die Produktionsstufe ausgewählt werden, diese auch unter ökologischen Bedingungen realisieren können. Dies bedeutet, dass auch für die ökologische Schweinezucht, mit auf die ökologischen Bedürfnisse angepassten Gewichtungen, auf Zuchtwerte zurückgegriffen werden kann, die auf Leistungsprüfungen unter konventionellen Bedingungen beruhen.

Dennoch könnte der Aufbau eines ökologischen Schweine-Zuchtprogrammes im Hinblick auf die Bereitstellung ökologisch erzeugter Jungsauen sinnvoll sein. Dieses könnte, bei ökologischer Aufzucht und Haltung der Jungsauen in den Zucht- und Vermehrerbetrieben, unter der Einführung eines ökologischen Gesamtzuchtwertes Eber aus konventionellen Zuchtprogrammen nutzen. So wäre die Sicherstellung des Bezuges ökologisch erzeugter Zuchttiere, zumindest auf der weiblichen Seite, ohne den finanziellen und organisatorischen Aufwand der Erstellung eines eigenen Zuchtprogrammes möglich. Gelänge es, eine Basiszucht mit einer Vermehrungsfunktion für ökologisch erzeugte Jungsauen zu etablieren, könnten zum einen der kontinuierliche Bezug von Jungsauen und zum anderen die Erstellung einer ökologischen Zuchtsauenherde sichergestellt werden.

BRANDT (2007) beschreibt wie ein solches Zuchtprogramm unter ökologischen Bedingungen aufgebaut sein könnte (siehe hierzu auch Abbildung 13). Für die Auswahl der Sauengrundlage sind die Nachfrage der Abnehmerseite sowie die biologische Leistungsfähigkeit der jeweiligen Herkünfte entscheidend. Als Reinzuchtgrundlage im Basiszuchtprogramm könnten sowohl Deutsche Landrasse- als auch Edelschwein-Sauen eingesetzt werden, für die Vermehrungsstufe könnten dann verschiedene Kreuzungssauen erstellt werden. Unter dem Aspekt der biologischen Leistungsfähigkeit könnte auch an den Einsatz einer Wechselkreuzung aus Landrasse und Edelschwein in der Basiszucht gedacht werden. Die Auswahl der Jungsauen in beiden Stufen könnte durch eine Feldprüfung erfolgen, die die Speckdicke, die täglichen Zunahmen sowie wichtige Exterieurmerkmale (Fundament, Zitzen) einbezieht. Durch die zusätzliche Integration von Daten zur Mastleistung und Schlachtkörperqualität der männlichen Vollgeschwister der Jungsauen könnte die Selektion der Zuchttiere noch unterstützt werden. Die Anpaarungen zur Erzeugung der Reinzucht- und Kreuzungssauen sollten dann mit Ebern erfolgen, die auf Basis eines ökologischen Gesamtzuchtwertes aus konventionellen Zuchtprogrammen ausgewählt wurden. Um die Selektion der Remonte-Sauen für das Zuchtprogramm im Hinblick auf die Fruchtbarkeitsleistung zu unterstützen, könnten die Leistungsdaten der Kreuzungs-Sauen aus den ersten beiden Würfen der Reinzuchttiere auf der Produktionsebene erfasst werden. Zum dritten Wurf könnten dann Anpaarungen in Reinzucht vorgenommen werden um die Remonte-Tiere zu erzeugen.



BRANDT (2007)

Abbildung 13: Basis- und Vermehrungszuchtprogramm für die ökologische Jungsauenerzeugung

Als Mindestanforderungen an die Haltung und Fütterung der Tiere in einem nach einem solchen Schema arbeitenden Zucht- und Vermehrungsbetrieb sollten die Vorgaben der EG-VO 1804/1999 angesetzt werden. Bei der Vereinbarung von festen Abnahmen der Zuchttiere könnte eine Ausrichtung der Haltung und Fütterung je nach Anforderungen der entsprechenden Verbandsrichtlinien möglich sein. Durch die Offenhaltung der Rassenwahl beim Einsatz der Besamungseber in beiden Zuchtstufen und den Einsatz von Kreuzungssauen kann den Forderungen nach dem Erhalt der genetischen Diversität und dem Einsatz heimischer Nutztierassen nachgekommen werden, ohne dass der Aspekt der Wirtschaftlichkeit dabei vernachlässigt wird.

6.4 Weiterer Ansatz

Um einen besseren Eindruck über die tatsächlichen Leistungen in der ökologischen Schweinemast zu erhalten, sollte generell geprüft werden, ob und wie Feldversuche zu der vorliegenden Fragestellung möglich sind. Ob die Aufnahme von Raufutter die Leistung ökologisch gehaltener Schweine im Praxisbetrieb beeinflusst, ist allerdings fraglich. Besonders hinsichtlich des Einflusses des Gesundheitsstatus ökologisch gehaltener Schweine auf die Mastleistung könnten Feldversuche besser geeignet sein, um Herkunftsunterschiede aufzudecken. Eine Auswertung der Mastverluste könnte dazu ohne größere Probleme auch in Praxisbetrieben durchgeführt werden. In Verbindung mit der Rückmeldung von am Schlachthof erhobenen Daten zu Organbefunden könnte zumindest ansatzweise ein Vergleich verschiedener Herkünfte aus ökologischer Haltung angestellt werden. Die Voraussetzung dafür ist allerdings die sichere Zuordnung der Herkünfte zu den einzelnen Betrieben sowie die Einteilung der Betriebe in Haltungskategorien, was einen nicht unerheblichen Aufwand bei der Erfassung und Verarbeitung der Daten erfordern würde.

Ein Vergleich der Leistungen verschiedener Schweine-Genotypen unter konventionellen und ökologischen Praxisbedingungen mittels genetischer Korrelationen scheint in Anlehnung an die Methodik in der Rinderzucht nur schwer möglich. Mit Verwandtschaftsbeziehungen verknüpfte Leistungsdaten die hierzu benötigt werden, sind auf dieser Ebene nur mit großem Aufwand zu generieren. Dies gilt insbesondere für Merkmale der Mastleistung. Des Weiteren ist die Anzahl der eingesetzten Vatertiere in der Schweinezucht relativ hoch, sodass die Anzahl der Nachkommen je Vatertier niedrig und die Zahl verschiedener Betriebe, auf denen diese gehalten werden, vergleichsweise gering ist. Dies würde die statistische Auswertung erschweren. Innerhalb einer Nachkommenprüfung im Feld müsste daher zunächst sichergestellt werden, dass eine gleichmässige Verteilung auf ausgewählte konventionelle und ökologische Betriebe erfolgt.

Da der Bezug ökologisch erzeugter Ferkel für die ökologische Schweinemast vorgeschrieben ist, sollte ebenfalls überprüft werden, ob und in welchem Umfang für Fruchtbarkeitsmerkmale G-U-Interaktionen vorliegen. Allerdings erscheint es im Hinblick auf die von ökologischer Seite geforderte stärkere Einbeziehung von Merkmalen wie Mütterlichkeit und Nutzungsdauer eher angezeigt, zunächst gesicherte Daten zu diesem Merkmalskomplex auf der Betriebsebene zu erfassen. Des Weiteren sind die Umwelteinflüsse auf die vom wirtschaftlichen Standpunkt her gesehene wichtigste Komponente, nämlich die Zahl der abgesetzten Ferkel je Sau und Jahr, nicht unerheblich. Es stellt sich daher unter anderem die Frage, inwiefern für dieses Merkmal sinnvolle Herkunftsvergleiche durchgeführt werden können und welche Schlussfolgerungen aus Untersuchungen zu G-U-Interaktionen für diese Merkmale zu ziehen wären.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- ALI, K.O., A.M. KATULE and O. SYRSTAD (2000): Genotype x environment interaction in growing chickens: Comparison of four genetic groups on two rearing systems under tropical conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica - Section A Animal Science* 50, 65-71.
- ARMERO E., M. FLORES, F. TOLDRA, J.-A. BARBOSA, J. OLIVET, M. PLA und M. BASELGA (1999): Effects of pig sire type and sex on carcass traits, meat quality and sensory quality of dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79, 1147-1154.
- AUGSPURGER, N.R., M. ELLIS, D.N. HAMILTON, B.F. WOLTER, J.L BEVERLY, and E.R. WILSON (2002): The effect of sire line on the feeding patterns of grow-finish pigs *Applied Animal Behaviour Science*, 75 (2), 103-114.
- AUSSCHUSS FÜR LEISTUNGSPRÜFUNGEN UND ZUCHTWERTFESTSTELLUNG BEIM SCHWEIN (ALZ) (2004): Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein vom 10.01.2004.
- BALL, R. O. (2000): Differences among genotype and gender for growth, carcass composition and meat quality. *Advances in Pork Production* 11, 227–235.
- BÄRLOCHER, H. U. (2005): Influence of alternative semi-outdoor housing systems in comparison with the conventional indoor housing on carcass composition and meat and fat quality of finishing pigs. Doctoral Thesis. Institute of Animal Sciences. Swiss Federal Institute of Technology.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2005): Fütterungsfibel Ökologische Schweinehaltung. Fachinformationen der LFL.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2006): Der Ökologische Gesamtzuchtwert für Fleckvieh – November 2006. Fachinformationen der LFL.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2007): Jahresbericht 2006 über Leistungsprüfungen und Zuchtwertschätzungen beim Schwein in Bayern.
- BEATTIE V. E., N. E. O'CONNELL und B. W. MOSS (2000): Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. *Livestock Production Science* 65, 71–79.
- BERESKIN, B., N. C. STEELE und A. D. MITCHELL (1990): Selection line x diet interactions for two lines of pigs fed 12 or 24 % protein diets. *Journal of Animal Science* 68, 944–959.
- BEUKERT, C. und J. SIMONS (2006): Der Markt für ökologisch erzeugte Fleischprodukte: Wachstumsimpulse durch den Aufbau einer effizienten und konsumentenorientierten Wert-schöpfungskette. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr. 135.

- BIDNER B. S, M. ELLIS, D. P. WITTE, S. N. CARR und F. K. MCKEITH (2004): Influence of dietary lysine level, pre-slaughter fasting, and rendement napole genotype on fresh pork quality. *Meat Science* 68, 53–60.
- BOELLING D., A. F. GROEN, P. SORENSEN, P. MADSEN und J. JENSEN (2003): Genetic improvement of livestock for organic farming systems. *Livestock Production Science* 80, 79–88.
- BOETTCHER, P. J., J. FATEHI und M. M. SCHUTZ (2003): Genotype x environment interactions in conventional versus pasture-based dairies in Canada. *Journal of Dairy Science* 86, 383–389.
- BRADSHAW, A.D. (1965): Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics* 13, 115–155.
- BRANDT, H. (2007): Zuchtprogramm für Öko-Mastschweine. *Ökologie & Landbau* 142, 26–27.
- BRASCAMP, E.W., J.W.M. MERKS und J.B.M. WILMINK (1985): Genotype environment interaction in pig breeding programs: Methods of estimation and relevance of the estimates. *Livestock Production Science* 13, 35–146.
- BREMERMANN, N. (2001): Vergleichende Untersuchungen zur Gesundheit, Mastleistung und Fleischqualität von Schweinen in der Stall- bzw. Freilandhaltung. Dissertation. Klinik für Klauentiere des Fachbereiches Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin und Institut für Nutztierwissenschaften der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität Berlin. Freie Universität Berlin.
- BROWNLOW, M. (2006): Freilandhaltung von Schweinen in Großbritannien. In: Darnhofer, I., C. Walla und H.K. Wyrzens (Hrsg.). *Alternative Strategien für die Landwirtschaft*. Wien: Facultas, 63–72.
- BRUMM M.C. und P.S. MILLER (1996): Response of pigs to space allocation and diets varying in nutrient density. *Journal of Animal Science* 74, 2730–2737.
- BRUNKEN, H.G. (2003): Untersuchungen von drei verschiedenen Öko-Rationen in der Schweinemast. In: *Untersuchungsvorhaben in der ökologischen Schweine- und Geflügelhaltung in Niedersachsen 2002–2003* Landwirtschaftskammer Hannover – Referat ökologischer Landbau, 118–127.
- BUND ÖKOLOGISCHE LEBENSMITTELWIRTSCHAFT (2006): Die ökologische Lebensmittelwirtschaft in Deutschland: Zahlen, Daten, Fakten. Bilanzpressekonferenz, Biofach 15.02.2006.
- BUND ÖKOLOGISCHE LEBENSMITTELWIRTSCHAFT (2007): Die ökologische Lebensmittelwirtschaft in Deutschland: Zahlen, Daten, Fakten. Bilanzpressekonferenz, Biofach 14.02.2007.
- BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2005): Ökologische Märkte erschließen. Marktinformationen zu Öko-Fleisch und -Fleischwaren/Wurst in Deutschland. BLE Bonn, 1–9.

- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2006): Ökologischer Landbau nach Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 in Deutschland im Jahre 2006. Meldung der Kontrollstellen nach Verordnung 2092/91 zum Stichtag 31.12.2006.
- BÜTFERING L. (2000): Einsatz heimischer Futtermittel in der ökologischen Schweinemast. SÖL Berater-Rundbrief 4, 15–19.
- CALUS, M. P. L., A. F. GROEN und G. DE JONG (2002): Genotype × Environment Interaction for Protein Yield in Dutch Dairy Cattle as Quantified by Different Models. *Journal of Dairy Science* 85, 3115–3123.
- CAMERON, N. D., M. ENSER, G.R. NUTE, F.M. WHITTINGTON, J. C. PENMAN, A. C. FISKEN, A. M. PERRY und J. D. WOOD (2000): Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat. *Meat Science* 55, 187–195.
- CHANNON H. A., A.M. PAYNE und R.D. WARNER (2002): Comparison of CO₂ stunning with manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. *Meat Science* 60, 63–68.
- CISNEROS, F., M. ELLIS, D. H. BAKER, K. A. EASTER und F. K. MCKEITH (1996): The influence of short-term feeding of amino acid-deficient diets and high dietary leucine levels on the intramuscular fat content of pig muscle. *Animal Science* 63, 517–522.
- CISNEROS, F., M. ELLIS, F. K. MCKEITH, J. MCCAWE und R. L. FERNANDO (1996a): Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal of Animal Science* 74, 925–933.
- D'SOUZA, D. N., F. R DUNSHEA, D. W. PETHICK, J. R. PLUSKE, S. M. MCCULLOUGH und B.P. MULLAN (2002): Nutritional manipulation increases intramuscular fat in finisher gilts. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia* 26, 245.
- DANIEL, G. (2006): Betriebszweigauswertung (BZA) Schwein – Wo stehen unsere Betriebe? Tagungsband 5. Internationale Tagung Ökoschweine im Visier. 06./07. Februar 2006 in Potsdam, 30–35.
- DE JONG, G. (1990): Quantitative Genetics of reaction norms. *Journal of evolutionary Biology* 3, 447–468.
- DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (2002): Leistungs- und qualitätsgerechte Schweinefütterung – Teil A: Mastschweine. DLG-Information 1.
- DEUTSCHER BAUERNVERBAND (DBV): Situationsbericht 2007 – Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Deutscher Bauernverband, Berlin, 1–282.
- D'SOUZA, D. N. und B. P. MULLAN (2002): The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork. *Meat Science* 60, 95–101.

- D'SOUZA, D. N., D.W. PETHICK, F. R. DUNSHEA, J. R. PLUSKE und B. P. MULLAN (2003): Nutritional manipulation increases intramuscular fat levels in the Longissimus muscle of female finisher pigs. *Australian Journal of Agricultural Research* 54, 745–749.
- DUFNER, J., U. JENSEN und E. SCHUMACHER (2004): *Statistik mit SAS*. 3. Auflage. Teubner Verlag.
- EDMONDS, M. S. und D.H. BAKER (2003): Effect of dietary protein fluctuations and space allocation on performance and carcass quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 81, 2783–2791.
- EDWARDS, D. B., R. O. BATES und W.N. OSBURN (2003): Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. *Journal of Animal Science* 81, 1895–1899.
- EG-VO 1804/1999 (1999): Verordnung zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* L 222/1 vom 24.08.1999.
- EG-ÖKO-VERORDNUNG 2092/91 (1991): Verordnung (EWG) des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* L 198 vom 22.7.1991.
- ENFÄLT, A. C., K. LUNDSTROM, I. HANSSON, A. KARLSSON, B. ESSÉN-GUSTAVSSON und J. HAKANSSON (1993): Moderate indoor exercise: effect on production and carcass traits, muscle enzyme activities and meat quality in pigs. *Animal Production* 57, 127–135.
- ENTFÄLT, A. C., K. LUNDSTRÖM, I. HANSSON, N. LUNDEHEIM und P. E. NYSTRÖM (1997): Effects of Outdoor Rearing and Sire Breed (Duroc or Yorkshire) on Carcass Composition and Sensory and Technological Meat Quality. *Meat Science* 45, 1–15.
- FALCONER, D. S. (1952): The problem of environment and selection. *The American Naturalist* 86, 293–298.
- FALCONER, D. S. und T. F. MACKAY (1996): *Introduction to quantitative genetics*. 4. Aufl. Longmann Group.
- FANATICO, A. C., P. B. PILLAI, L. C. CAVITT, C. M. OWENS und J. L. EMMERT (2005): Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. *Poultry Science* 84, 1321–1327.
- FIKSE, W. F., R. REKAYA und K. A. WEIGEL (2003): Assessment of environmental descriptors for studying genotype by environment interaction. *Livestock Production Science* 82, 223–231.
- FISCHER, K., J. P. LINDNER, M. JUDAS und R. HÖRETH (2006): Schlachtkörperzusammensetzung und Gewebebeschaffenheit von schweren Schweinen – II. Mitteilung: Merkmale der Fleisch- und Fettqualität. *Archiv für Tierzucht* 49, 279–292.

- FRIESEN, K. G., J. L. NELSEN, J. A. UNRUH, R. D. GOODBAND und M. D. TOKACH (1994): Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *Journal of Animal Science* 72, 946–954.
- GENTRY, J. G., J. J. MCGLONE, M. F. MILLER und J. R. BLANTON Jr. (2004): Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics. *Journal of Animal Science* 82, 209-217.
- GENTRY, J. G., J. J. MCGLONE, M. F. MILLER und J. R. BLANTON (2002a): Diverse birth and rearing environment effects on pig growth and meat quality. *Journal of Animal Science* 80, 1707–1715.
- GENTRY, J. G., J. J. MCGLONE, J. R. BLANTON Jr. und M. F. MILLER (2002b): Impact of spontaneous exercise on performance, meat quality, and muscle fiber characteristics of growing/finishing pigs. *Journal of Animal Science* 80, 2833–2839.
- GOERL, K.F., S.J. EILERT, R.W. MANDIGO, H.Y.CHEN und P.S. MILLER (1995): Pork characteristics as affected by two populations of swine and six crude protein levels. *Journal of Animal Science* 73, 3621–3626.
- GRANSTEDT, A.G., L. KJELLENBERG (1996): Quality investigations with the K-trial, Järna, and other Scandinavian fertilization experiments. In: RAUPP, J. (Ed.) (1996): Quality of plant products grown with manure fertilization. Proceedings of the fourth meeting in Juva/Finland. July 6th to 9th, 1996, 3–12.
- GUY, J. H., P. ROWLINSON, J. P. CHADWICK und M. ELLIS (2002): Health conditions of two genotypes of growing-finishing pig in three different housing systems: Implications for welfare. *Livestock Production Science* 75, 233–243.
- HAMILTON, D. N., M. ELLIS, B. F. WOLTER, A. P. SCHINCKEL und E. R. WILSON (2003): The growth performance of two swine sire lines reared under different floor space allowances. *Journal of Animal Science* 81, 1126–1135.
- HAMILTON, D. N., M. ELLIS, K. D. MILLER, F. K. MCKEITH und D .F. PARRETT (2000): The effect of the Halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. *Journal of Animal Science* 78, 2862–2867.
- HANSEN, L. L., C. CLAUDI-MAGNUSSEN, S. K. JENSEN und H. J. ANDERSEN (2006): Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Science* 74, 605–615.
- HANSSON, I., C. HAMILTON, T. EKMAN und K. FORSLUND (2000): Carcass quality in certified organic production compared with conventional livestock production. *Journal of Veterinary Medicine Series B, Infectious Diseases and Veterinary Public Health* 47, 111–120.
- HAUS DÜSSE (2003): Schweinehaltung – Berichte und Versuchsergebnisse 2003. Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Ostinghausen, 33–66.

- HEYER, A. (2004): Performance, Carcass and Meat Quality in Pigs. Dissertation. Department of Food Science. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala.
- HEYLEN, K. (1999): Variation von anatomisch-physiologischen Merkmalen sowie Merkmalen der Fleischqualität im M. longissimus thoracis et lumborum des Schweines unter besonderer Berücksichtigung des intramuskulären Fettgehaltes. Dissertation. Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik. Landwirtschaftliche Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- HEYLEN, K., M. WICKE und G. VON LENGERKEN (1999): Lokalisations- und geschlechtsabhängige Unterschiede in der Bewertung des Kotelettmuskels. In: Böhme H., G. Flachowsky (Hrsg.): Aktuelle Aspekte bei der Erzeugung von Schweinefleisch, Tagungsband Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 193, 129–132.
- HOFFMAN, L. C., E. STYGER, M. MULLER und T. S. BRAND (2003): The growth and carcass and meat characteristics of pigs raised in a free-range or conventional housing system. *South African Journal of Animal Science* 33, 166–175.
- HONEYMAN, M.S. and J.D. HARMON (2003): Performance of finishing pigs in hoop structures and confinement during winter and summer. *Journal of Animal Science* 81, 1663–1670.
- HUFF-LONERGAN, E., T. J. BAAS, M. MALEK, J. C. DEKKERS, K. PRUSA und M. F. ROTHSCHILD (2002): Correlations among selected pork quality traits. *Journal of Animal Science* 80, 617–627.
- JONSÄLL A., L. JOHANSSON, K. LUNDSTRÖM, K. H. ANDERSSON, A. N. NILSEN und E. RISVIK (2002): Effects of genotype and rearing system on sensory characteristics and preference for pork (m. longissimus dorsi). *Food Quality and Preference* 13, 73–80.
- KALLWEIT, E. und U. BAULAIN (1995): Intramuskulärer Fettgehalt im Schweinefleisch. *Schweinezucht und Schweinemast* 1, 40–42.
- KALM, E., D. JUNGE und B. HARDER (2003): Endbericht des Forschungsprojektes des Bundesprogramm Ökologischer Landbau 02 OE 401: Ökologische Tierzucht: Status Quo, Möglichkeiten und Erfordernisse in der Rinder- und Schweinezucht.
- KATSUMATA, M., S. KOBAYASHI, M. MATSUMOTO, E. TSUNEISHI und Y. KAJI (2005): Reduced intake of dietary lysine promotes accumulation of intramuscular fat in the Longissimus dorsi muscles of finishing gilts. *Animal Science Journal* 76, 237–244.
- KERR, B. J., F. K. MCKEITH und R. A. EASTER (1995): Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. *Journal of Animal Science* 73, 433–440.
- KERR, B. J., L. L. SOUTHERN, T. D. BIDNER, K. G. FRIESEN und R. A.EASTER (2003): Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. *Journal of Animal Science* 81, 3075–3087.

- KIRCHGESSNER, M. (1997): Tierernährung – Leitfaden für Studium und Praxis. 10. Aufl. Verlags Union Agrar.
- KLEINBECK, S. und J. J. MCGLONE (1999): Intensive indoor versus outdoor swine production systems: Genotype and supplemental iron effects on blood hemoglobin and selected immune measures in young pigs. *Journal of Animal Science* 77, 2384–2390.
- KÖHLER, W., G. SCHACHTEL und P. VOLESKE (2002): Biostatistik. 3. Aufl. Springer Verlag.
- LAMBOOIJ, E., B. HULSEGGE, R.E. KLONT, H. A. WINKELMAN-GOEDHART, H. G. M. REIMERT und R.W. KRANEN (2004): Effects of housing conditions of slaughter pigs on some post mortem muscle metabolites and pork quality characteristics. *Meat Science* 66, 855–862.
- LANDESBETRIEB FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND GARTENBAU SACHSEN-ANHALT (2006): Jahresbericht der Leistungsprüfung für Schweine.
- LANDESBETRIEB LANDWIRTSCHAFT HESSEN (2007): Leistungsprüfung beim Schwein - Ergebnisse 2006. Fachinformation – Tierproduktion 01/2007.
- LATORRE, M. A., R. LAZARO, D. G. VALENCIA, P. MEDEL und G. G. MATEOS (2004): The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science* 82, 526–533.
- LATORRE, M. A., R. LÁZARO, M. I. GRACIA, M. NIETO und G. G. MATEOS (2003): Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Science* 65, 1369–1377.
- LAUBE, S. (2000): Die Eignung spezieller Schweinekreuzungen zur Qualitätsverbesserung von Markenschweinefleisch unter besonderer Berücksichtigung von MHS-Status, Hampshirefaktor und intramuskulärem Fettgehalt. Dissertation. Institut für Tierzucht und Haustiergenetik. Tierärztliche Hochschule Hannover.
- LEACH, L.M., M. ELLIS, D.S. SUTTON, F.K. MCKEITH und E.R. WILSON (1996): The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *Journal of Animal Science* 74, 934–943.
- LEBRET, B., H. JUIN, J. NOBLET und M. BONNEAU (2001): The effects of two methods of increasing age at slaughter on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs. *Animal Science* 72, 87–94.
- LEBRET, B., P. MASSABIE, R. GRANIER, H. JUIN, J. MOUROT und P. CHEVILLON (2002): Influence of outdoor rearing and indoor temperature on growth performance, carcass, adipose tissue and muscle traits in pigs, and on the technological and eating quality of dry-cured hams. *Meat Science* 62, 447–455.
- LEWIS, P.K., L.Y. RAKES, C.J. BROWN und P.R. NOLAND (1989): Effect of exercise and pre-slaughter stress on pork muscle characteristics. *Meat Science* 26, 121–129.

- LO, L.L., D.G. MCLAREN, F.K. MCKEITH, R.L. FERNANDO und J. NOVAKOFSKI (1992): Genetic Analyses of Growth, Real-Time Ultrasound, Carcass, and Pork Quality Traits in Duroc and Landrace Pigs: II. Heritabilities and Correlations. *Journal of Animal Science* 70, 2387–2396.
- LOPEZ, J., G. W. JESSE, B. A. BECKER und M. R. ELLERSIECK (1991): Effects of temperature on the performance of finishing swine: 1. Effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake, and feed efficiency. *Journal of Animal Science* 69, 1843–1849.
- LOSAND, B., H. DRESCHER, J. MARTIN und A. PRIEPKE (2003): Nutzung einheimischer Eiweißpflanzen in der Fütterung. *Archiv für Tierzucht* 46, Sonderheft, 107–114.
- LÖSER, R. (2006): Schweinemarkt: Überhitzung vermeiden! *BIOLAND* 3, 38–39.
- LÖSER, R. und F. DEERBERG (2004): Endbericht des Forschungsprojektes des Bundesprogramm Ökologischer Landbau F.1.8.: Ökologische Schweineproduktion: Struktur, Entwicklung, Probleme, politischer Handlungsbedarf.
- LÖSER, R. und R. BUSSEMAS (2006): Nur die Guten haben Chancen. *DLZ-Agrarmagazin* 3, 2–5.
- MAGKOS, F., F. ARVANITI und A. ZAMPELAS (2003): Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54, 357–371
- MARIBO, H., E. V. OLSEN, P. BARTON-GADE, A. J. MOLLER und A. KARLSSON (1998): Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. *Meat Science* 50, 115–129.
- MEISTER, E. (2004): Organic farming and the impact of fiber-related digestive processes in pigs. Dissertation. Institut für Tierphysiologie und Tierernährung. Georg-August-Universität Göttingen.
- MERKS, J. W. M. (1986): Genotype x environment interactions in pig breeding programmes. I. Central test. *Livestock Production Science* 14, 365–381.
- MERKS, J. W. M. (1987). Genotype x environment interactions in pig breeding programmes. II. Environmental effects and genetic parameters in central test. *Livestock Production Science* 16, 215–228.
- MERKS, J. W. M. (1988a): Genotype x environment interactions in pig breeding programmes. III. Environmental effects and genetic parameters in on-farm test. *Livestock Production Science* 18, 129–140.
- MERKS, J. W. M. (1988b): Genotype x environment interactions in pig breeding programmes. IV. Sire x herd interaction in on-farm test results. *Livestock Production Science* 20, 325–336.

- MERKS, J. W. M. (1989): Genotype x environment interactions in pig breeding programmes. VI. Genetic relations between performances in central test, on-farm test and commercial fattening. *Livestock Production Science* 22, 325–339.
- MICKLICH, D., H.-D. MATTHES, M. HARTUNG und H. MÖHRUNG (2002): Mast-, Schlachtleistung und Fleischqualität verschiedener Schweinerassen bei Stall- und Freilandhaltung (Kurzmitteilung). *Archiv für Züchtungskunde* 45, 247–253.
- MILLET S., C. P. H. MOONS, M. J. VAN OECKEL und G.P.J. JANSSENS (2005a): Welfare, performance and meat quality of fattening pigs in alternative housing and management systems: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85, 709–719.
- MILLET, S., K. RAES, W. VAN DEN BROECK, S. DE SMET und G.P.J. JANSSENS (2005): Performance and meat quality of organically versus conventionally fed and housed pigs from weaning till slaughtering. *Meat Science* 69, 335–341.
- MILLET, S., M. HESTA, M. SEYNAEVE, E. ONGENAE, S. DE SMET, J. DEBRAEKELEER und G. P. J. JANSSENS (2004): Performance, meat and carcass traits of fattening pigs with organic versus conventional housing and nutrition. *Livestock Production Science* 87, 109–119.
- MÖRLEIN, D. (2005): Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes im M. longissimus von Schweinen mittels Ultraschallspektralanalyse. Dissertation. Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und dem Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems, Georg-August-Universität Göttingen.
- MORRISON, R. S., L. J. JOHNSTON und A. M. HILBRANDS (2006): The behaviour, welfare, growth performance and meat quality of pigs housed in a deep-litter, large group housing system compared to a conventional confinement system. *Applied Animal Behaviour Science* 103, 12–24.
- MULDER, H. A. und P. BIJMA (2005): Effects of genotype x environment interaction on genetic gain in breeding programs. *Journal of Animal Science* 83, 49–61.
- NAUTA, W. J., R. F. VEERKAMP, E. W. BRASCAMP und H. BOVENHUIS (2006): Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in the Netherlands. *Journal of Dairy Science* 89, 2729–2737.
- NAUTA, W. J., T. BAARS, A. F. GROEN, F. VEERKAMP und D. ROEP (2001): Animal breeding in organic farming – Discussion paper. Louis Bolk Institute, Driebergen.
- NAUTA, W., A. GROEN, D. ROEP, R. VEERKAMP und T. BAARS (2003): Vision of breeding for organic agriculture. Report of the project: Organic breeding – a way to go, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- NEWCOM, D.W, T. J. BAAS, C. R. SCHWAB und K. J. STALDER (2005): Genetic and phenotypic relationships between individual subcutaneous backfat layers and percentage of longissimus intramuscular fat in Duroc swine. *Journal of Animal Science* 83, 316–323.

- NOWACK-HEIMGARTNER, K. und B. OEHEN (2003): Analyse von GVO-Verunreinigungen in Bioprodukten. Belastungsgrade und Vermeidungsmöglichkeiten in Saatgut, Lebensmitteln und Futtermitteln. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick (Schweiz).
- ÖKOLANDBAU.DE (2006): Bio-Markt kompakt. Kennzahlen zum Markt für Bio-Lebensmittel. Stand: 01.03.2006.
- OLESEN I., A.F. GROEN und B. GJERDE (2000): Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *Journal of Animal Science* 78, 570–582.
- OLSSON, V., K. ANDERSSON, I. HANSSON und K. LUNDSTRÖM (2003): Differences in meat quality between organically and conventionally produced pigs. *Meat Science* 64, 287–297.
- OSTERBURG, B. und K. ZANDER (2004): Regionale Strukturen des ökologischen Landbaus in Deutschland. *Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie* 08/2004. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig.
- PADEL, S. (2005a): Angebot und Nachfrage für Öko-Futtermittel in der EU. *Ökologie & Landbau* 136, 39–41.
- PADEL, S. (2005b): Overview of supply and demand for concentrated organic feed in the EU in 2002 and 2003 with a particular focus on protein sources for mono-gastric animals. Report in the EU- project: Research to support the EU-regulation on Organic Agriculture. Organic Research Group, University of Wales, Aberystwyth.
- POSTLER, G. (2003): Ein Anfang für die ökologische Schweinezucht. *Ökologie & Landbau* 128, 26–27.
- QUINIQU, N., S. DUBOIS und J. NOBLET (2000): Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. *Livestock Production Science* 63, 245–253.
- RAHMANN, G., H. NIEBERG, S. DRENGEMANN, A. FENNEKER, S. MARCH und C. ZUREK (2004): Bundesweite Erhebung und Analyse der verbreiteten Produktionsverfahren, der realisierten Vermarktungswege und der wirtschaftlichen sowie sozialen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe und Aufbau eines bundesweiten Praxis-Forschungsnetzes. *FAL – Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft* 276.
- ROBERTSON, A. (1959): The sampling variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics* 15, 469–485.
- RUSUUNEN, M., K. PARTANEN, R. PÖSÖ und E. PUOLANNE (2007): The effect of dietary protein supply on carcass composition, size of organs, muscle properties and meat quality of pigs. *Livestock Science* 107, 170–181.
- SAS INSTITUTE (2000): *SAS/STAT Users Guide, Version 8.1*. Cary, NC, USA.

- SCHÖN, A. und W. BRADE (1996): Alte Schweinerassen im Test. In: Leistungsprüfungen in der Tierproduktion, LWK Hannover.
- SCHROTEN, E. (1992): Embryo production and manipulation - Ethical aspects. *Animal Reproduction Science* 28, 163–169.
- SCHÜLER, L., H. SWALVE und K.-U. GÖTZ (2001): Grundlagen der quantitativen Genetik. 1. Aufl. Verlag Eugen Ulmer.
- SEIFERT, G.B. (1999): Vergleichende Untersuchungen zur objektiven Erfassung der Produktqualität unter besonderer Berücksichtigung der Fleischqualität vom Schwein als Basis zur Sicherung der Markt- und Verbrauchieranforderungen in Erzeugerbetrieben. Dissertation. Institut für Fleischhygiene und –technologie. Freie Universität Berlin.
- SIMIÄNER (2007): Endbericht des Forschungsprojektes des Bundesprogramm Ökologischer Landbau 03 OE 373: Ökologische Milchviehzucht: Entwicklung und Bewertung züchterischer Ansätze unter Berücksichtigung der Genotyp x Umwelt-Interaktion und Schaffung eines Informationssystems für nachhaltige Zuchtstrategien.
- STANOGLIAS, G. und G. R. PEARCE (1985): The digestion of fibre by pigs. 1. The effects of amount and type of fibre on apparent digestibility, nitrogen balance and rate of passage. *British Journal of Nutrition* 53, 513–530.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2006): Landwirtschaft in Deutschland und der Europäischen Union 2006. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2006a): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Betriebe mit ökologischem Landbau - Agrarstrukturerhebung 2005. Fachserie 3, Reihe 2.2.1, Statistisches Bundesamt Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2007): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei Schlachtungen und Fleischerzeugung 4. Vierteljahr und Jahr 2006. Fachserie 3 Reihe 4.2.1, Statistisches Bundesamt Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2007a): Tierarten in landwirtschaftlichen Betrieben mit ökologischem Landbau in 1.000 GV. Internet : <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/LandForstwirtschaft/OekologischerLandbau/Tabellen/Content50/TierartenOekologischerLandbau> [Stand Februar 2007].
- STERN, S., A. HEYER, H.K. ANDERSSON, L. RYDHMER und K. LUNDSTRÖM (2003): Production results and technological meat quality for pigs in indoor and outdoor rearing systems. *Acta Agriculturae Scandinavica - Section A Animal Science* 53, 166–174.
- STRUDSHOLM, K. und J.E. HERMANSEN (2005): Performance and carcass quality of fully or partly outdoor reared pigs in organic production. *Livestock Production Science* 96, 261–268.

- SUNDRUM, A., L. BÜTFERING, M. HENNING und K.H. HOPPENBROCK (2000): Effects of on-farm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *Journal of Animal Science* 78, 1199–1205.
- SUNDRUM, A., M. EBKE und U. RICHTER (2004): Endbericht des Forschungsprojektes des Bundesprogramm Ökologischer Landbau 02 OE 453: Qualitätssicherung und Verbraucherschutz bei ökologisch erzeugtem Schweinefleisch.
- TUITOEK, K., L. G. YOUNG, C. F. M. DE LANGE und B. J. KERR (1997): The effect of reducing excess dietary amino acids on growing finishing pig performance: An evaluation of the ideal protein concept. *Journal of Animal Science* 75, 1575–1583.
- UNRUH, J. A., K. G. FRIESEN, S. R. STUEWE, B. L. DUNN, J. L. NELSEN, R. D. GOODBAND und M. D. TOKACH (1996): The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *Journal of Animal Science* 74, 1274–1283.
- VOLK, B., G. BIEDERMANN, M. KUHN und C. JATSCH (2004): Einfluss der genetischen Herkunft auf die Mast- und Schlachtleistung, die Fleisch- und Fettqualität sowie das Fettsäurenmuster der Phospholipide von Mastschweinen. *Archiv für Tierzucht* 47, 455–462.
- WEATHERUP, R. N., V. E. VEATTIE, B. W. MOSS, D. J. KILPATRICK und N. WALKER (1998): The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. *Animal Science* 67, 591–600.
- WEIßMANN, F. (2003): Durch Qualitätsoffensive zu ökologischer Schweinezucht. *Ökologie & Landbau* 128, 23–25.
- WEIßMANN, F., H.-W. REICHENBACH, A. SCHÖN und U. EBERT (2005): Aspekte der Mast- und Schlachtleistung sowie Wirtschaftlichkeit von Schweinen bei 100 % Biofütterung. In HEß J., G. Rahmann (Hrsg.) (2005): Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel University Press GmbH, Kassel, 383–386.
- WENDT, H., G. MADSEN, M. RIPPIN, H. ENGELHARDT, D. VON FIEDLER, C. THIMM und K. WAGENER (2004): Endbericht des Forschungsprojektes des Bundesprogramm Ökologischer Landbau 02 OE 046: Maßnahmen und Ansatzpunkte zur Verbesserung der quantitativen Marktinformation bei Öko-Produkten und Möglichkeiten ihrer Konkretisierung.
- WHITTEMORE, C.T., D.M. GREEN und P.W. KNAP (2001): Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: food intake. *Animal Science* 73, 3–17.
- WITTE, D.P., M. ELLIS, F.K. MCKEITH und E.R. WILSON (2000): Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. *Journal of Animal Science* 78, 1272–1276.

- WITTMANN W. (2003): Verbesserung der Schlachtkörperqualität in der ökologischen Schweineproduktion. In Tagungsband: Forschung für den ökologischen Landbau in Bayern, Ökolandbautag der FfL am 19.02.2003 in Triesdorf, Schriftenreihe der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3/03, 1. Jahrgang, 70–76.
- WOESE, K., D. LANGE, C. BOESS und K.W. BÖGL (1997): A Comparison of Organically and Conventionally Grown Foods - Results of a Review of the Relevant Literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 74, 281–293
- WOOD, J. D., G. R. NUTE, R.I. RICHARDSON, F. M. WHITTINGTON, O. SOUTHWOOD, G. PLASTOW, R. MANSBRIDGE, N. DA COSTA und K. C. CHANG (2004): Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science* 67, 651–667.
- ZENTRALVERBAND DER DEUTSCHEN SCHWEINEPRODUKTION E.V (ZDS) (Hrsg.) (2005): Schweineproduktion 2004 in Deutschland. Ausgabe 2005. Zahlen aus der Deutschen Schweineproduktion 2004, 1–151.
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH (2006): Ökomarkt Jahrbuch 2006. Marktüberblick. Materialien zur Marktberichterstattung. Band 60.
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH (2006a): Nachfrage nach Bioprodukten wächst zweistellig. Presseinformation 2. ZMP-Pressegespräch. 17. Februar 2006. Nürnberg.
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH (2007): Materialien zur Marktberichterstattung. Band 68. 1–103
- ZOLLITSCH, W., S. WLCEK, T. LEEB und J. BAUMGARTNER (2000): Aspekte der Schweine- und Geflügelfütterung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. *Proceedings* 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6.-8. Juni 2000, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irdning, 155-162.

8 ANHANG

Anhang 1: Aufteilung der Prüftiere nach Durchgang, Umwelt, Herkunft und Geschlecht

Herkunft	Geschlecht	Durchgang					
		1		2		3	
		Konv	Öko	Konv	Öko	Konv	Öko
BHZP	K	15	11	15	11	15	11
	W	15	11	15	11	16	11
AS	K	5	4	9	6	14	6
	W	12	4	12	6	6	6
SH	K	10	10	4	4	11	11
	W	–	–	5	4	–	–
PI x AS	K	7	6	11	6	13	6
	W	11	6	13	6	7	6
PI x SH	K	4	5	6	5	5	4
	W	5	5	5	5	4	5
PI x DE	K	25	16	–	–	9	6
	W	24	16	–	–	9	6
DU x DL	K	–	–	30	18	14	8
	W	–	–	9	10	12	8
Summe Umwelt		133	94	134	92	135	94
Summe Durchgang		227		226		229	

Anhang 2: Tierverluste (n) nach Durchgang und Herkunft

Herkunft	Durchgang			Verluste nach Herkunft (%)
	1	2	3	
BHZP	1	2	6	5,7
AS	3	2	1	6,7
SH	3	2	3	13,6
PI x AS	2	1	1	4,1
PI x SH	1	1	0	3,5
PI x DE	4	–	1	4,5
DU x DL	–	3	1	3,7
Verluste nach Durchgang (%)		6,2	4,9	5,7

Anhang 3: Prozentuale Zusammensetzung der verfütterten Rationen

	Konventionell	Ökologisch Rohrsen ^a	Ökologisch Neu- Ulrichstein ^a
Gerste	42	25	25
Weizen	40	–	10
Triticale	–	8	13
Erbsen	–	35	10
Ackerbohnen	–	18	8
Hafer	–	10	–
Sojabohnen	–	–	9
Sojaextraktionsschrot	13	–	–
Weizengriesskleie	–	–	12
Rapskuchen	–	–	10
Pflanzenöl	0,9	1	0,2
Calciumcarbonat	1,5	–	1,6
Moncalciumphosphat	0,8	–	0,5
Vormischungen	–	3 ^b	0,7
Synthetische Aminosäuren	1	–	–

a: Sämtliche Bestandteile der Ration stammen aus ökologischem Anbau, bzw. beinhalten ökologische Komponenten

b: SALVANA Öko-Mast 5346: Calcium 25.5 %, Natrium 4.5 %

Anhang 4: LSQ-Mittelwerte ± Standardfehler der Merkmale der Mastleistung nach Herkunft, Umwelt und Geschlecht

	n ¹	Tzpr (g)	Prdauer (d)	n ²	Gft (kg)	Gfuv (kg)
Herkunft						
BHZZP	145	814 ± 9	107 ± 1	48	2,14 ± 0,03	2,77 ± 0,03
AS	82	793 ± 12	110 ± 1	29	2,55 ± 0,05	3,31 ± 0,06
SH	51	791 ± 15	110 ± 2	12	2,43 ± 0,05	3,19 ± 0,06
PlxAS	92	811 ± 11	107 ± 1	32	2,25 ± 0,04	2,98 ± 0,04
PlxSH	55	782 ± 14	109 ± 2	12	2,21 ± 0,05	2,82 ± 0,05
PlxDE	105	842 ± 10	103 ± 1	42	2,23 ± 0,03	2,78 ± 0,03
DUxDL	105	883 ± 10	100 ± 1	43	2,43 ± 0,03	2,90 ± 0,03
Umwelt						
Konv	378	876 ± 6	99 ± 1	165	2,28 ± 0,02	2,71 ± 0,02
Öko	257	757 ± 7	114 ± 1	53	2,36 ± 0,03	3,21 ± 0,03
Geschlecht						
K	343	837 ± 6	104 ± 1	119	2,41 ± 0,02	3,02 ± 0,02
W	292	796 ± 6	109 ± 1	99	2,23 ± 0,02	2,90 ± 0,02

¹: Anzahl Tiere, ²: Anzahl Gruppen

Anhang 5: LSG-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Schlachtkörperqualität nach Herkunft, Umwelt und Geschlecht sowie HerkunftGeschlecht**

	n	KI (cm)	Ausschl (%)	Bmta (%)	Btab (%)	Rsl (cm)	Rsm (cm)	Rsw (cm)	Ss (cm)	Sb (cm)	Filk (cm ²)	Fellk (cm ²)	Fv (1:)	pHik	pH24k	pH24s	L1	L24	Opto	
Herkunft																				
BHZP	143	102 ± 02	77 $\pm 0,1$	59 ± 02	58 ± 03	140 ± 03	182 ± 03	351 ± 04	266 ± 05	109 ± 03	489 ± 34	154 ± 33	0,32 ± 01	6,46 ± 02	5,46 ± 01	5,45 ± 03	4,17 ± 05	3,42 ± 09	63	
AS	82	100 ± 03	76 ± 02	49 ± 03	44 ± 04	307 ± 05	297 ± 04	489 ± 05	424 ± 07	260 ± 04	39,3 ± 48	29,8 ± 46	0,81 ± 01	6,48 ± 02	5,48 ± 01	5,55 ± 04	3,85 ± 08	2,84 ± 13	62	
SH	51	104 ± 05	77 ± 03	51 ± 04	47 ± 06	276 ± 07	265 ± 07	461 ± 08	381 ± 11	219 ± 07	40,3 ± 77	26,2 ± 73	0,65 ± 02	6,29 ± 04	5,51 ± 02	5,54 ± 06	4,14 ± 12	3,60 ± 20	64	
PKAS	92	99 ± 03	77 ± 02	56 ± 02	55 ± 04	178 ± 04	216 ± 04	391 ± 05	305 ± 06	141 ± 04	47,7 ± 43	19,5 ± 41	0,41 ± 01	6,36 ± 02	5,46 ± 01	5,41 ± 04	4,14 ± 07	3,60 ± 12	61	
PKSH	54	100 ± 04	78 ± 02	56 ± 03	55 ± 04	175 ± 05	224 ± 05	403 ± 06	308 ± 08	134 ± 05	49,7 ± 54	18,8 ± 52	0,39 ± 01	6,26 ± 03	5,48 ± 01	5,49 ± 05	4,47 ± 09	4,82 ± 14	65	
PKDE	105	100 ± 03	78 ± 02	58 ± 02	57 ± 03	138 ± 04	188 ± 04	364 ± 04	288 ± 06	118 ± 04	49,8 ± 40	17,6 ± 38	0,36 ± 01	6,47 ± 02	5,44 ± 01	5,63 ± 03	4,10 ± 06	3,30 ± 11	63	
DUXDL	104	103 ± 03	76 ± 02	57 ± 02	55 ± 03	165 ± 04	200 ± 04	390 ± 04	295 ± 06	146 ± 04	43,9 ± 41	19,0 ± 39	0,44 ± 01	6,46 ± 02	5,48 ± 01	5,54 ± 03	4,14 ± 07	3,14 ± 11	64	
Umwelt																				
Korn	376	100 ± 02	77 $\pm 0,1$	55,5 ± 01	53,3 ± 02	193 ± 02	224 ± 02	399 ± 03	329 ± 03	155 ± 02	47,3 ± 24	20,5 ± 23	0,46 ± 01	6,40 ± 01	5,48 ± 01	5,53 ± 02	4,11 ± 04	3,67 ± 06	64	
Öko	255	102 ± 02	77 $\pm 0,1$	55,0 ± 02	52,5 ± 02	202 ± 03	225 ± 02	415 ± 03	319 ± 04	167 ± 02	44,0 ± 27	21,3 ± 26	0,51 ± 01	6,39 ± 01	5,47 ± 01	5,50 ± 02	4,18 ± 04	3,39 ± 07	62	
Geschlecht																				
K	342	100 ± 02	76 $\pm 0,1$	54 ± 01	51 ± 02	217 ± 02	239 ± 02	423 ± 02	365 ± 03	182 ± 02	43,6 ± 23	22,8 ± 22	0,55 ± 01	6,43 ± 01	5,47 ± 01	5,56 ± 02	4,07 ± 04	3,55 ± 06	63	
W	289	102 ± 02	77 $\pm 0,1$	57 ± 02	55 ± 02	178 ± 03	210 ± 03	391 ± 03	283 ± 04	140 ± 03	47,7 ± 29	19,1 ± 28	0,42 ± 01	6,36 ± 01	5,48 ± 01	5,47 ± 02	4,22 ± 05	3,52 ± 08	63	

Fortsetzung, nächste Seite

Fortsetzung Anhang 5: LSQ-Mittelwerte ± Standardfehler der Merkmale der Schlachtkörperqualität nach Herkunft, Umwelt*Geschlecht sowie HerkunftGeschlecht**

	n	Kl (cm)	Ausschl (%)	Bmfa (%)	Blab (%)	Rsl (cm)	Rsm (cm)	Rsw (cm)	Ss (cm)	Sb (cm)	Fllk (cm ²)	Fellk (cm ²)	Ftv (1:1)	pH1k	pH24k	pH24s	Lf1	Lf24	Opto	
Herkunft*Geschlecht																				
BHZP	K	68	101 ±03	77 ±02	57,7 ±03	56,0 ±04	1,60 ±005	1,96 ±004	3,66 ±005	3,04 ±007	1,26 ±004	47,2 ±049	17,2 ±047	0,37 ±001	6,48 ±002	5,46 ±001	5,51 ±004	4,09 ±008	3,48 ±013	63 ±1
	W	75	102 ±03	78 ±02	60,4 ±03	60,3 ±04	1,20 ±004	1,67 ±004	3,37 ±005	2,29 ±007	0,91 ±004	50,6 ±047	13,5 ±044	0,28 ±001	6,45 ±002	5,46 ±001	5,40 ±004	4,25 ±007	3,36 ±012	63 ±1
AS	K	41	98 ±04	75 ±03	46,8 ±04	40,7 ±05	3,37 ±006	3,19 ±006	5,07 ±007	4,81 ±009	2,97 ±006	36,4 ±065	32,1 ±062	0,94 ±002	6,47 ±003	5,47 ±001	5,62 ±005	3,84 ±010	2,83 ±017	61 ±1
	W	40	101 ±04	76 ±03	50,8 ±04	47,0 ±05	2,77 ±006	2,75 ±006	4,71 ±007	3,68 ±009	2,24 ±006	42,2 ±066	27,5 ±062	0,68 ±002	6,49 ±003	5,49 ±001	5,48 ±005	3,87 ±010	2,85 ±017	64 ±1
SH	K	43	104 ±04	76 ±02	51,0 ±03	46,4 ±05	2,83 ±005	2,65 ±005	4,63 ±007	4,03 ±009	2,22 ±005	37,3 ±061	25,7 ±058	0,69 ±002	6,39 ±003	5,51 ±001	5,53 ±005	4,06 ±010	3,38 ±016	68 ±1
	W	8	105 ±09	77 ±06	51,4 ±08	47,8 ±12	2,70 ±013	2,64 ±013	4,60 ±015	3,59 ±020	2,16 ±013	43,3 ±140	26,7 ±134	0,61 ±004	6,18 ±007	5,51 ±003	5,55 ±012	4,22 ±022	3,83 ±037	61 ±3
PKAS	K	45	98 ±04	77 ±02	54,9 ±03	52,2 ±05	2,02 ±006	2,34 ±005	4,07 ±007	3,43 ±009	1,63 ±005	46,1 ±061	21,5 ±058	0,47 ±002	6,39 ±003	5,45 ±001	5,44 ±005	4,09 ±010	3,80 ±016	58 ±1
	W	47	100 ±04	77 ±02	57,9 ±03	56,9 ±05	1,55 ±006	1,98 ±005	3,75 ±006	2,68 ±008	1,19 ±005	49,4 ±059	17,4 ±056	0,36 ±002	6,33 ±003	5,47 ±001	5,37 ±005	4,20 ±009	3,40 ±016	63 ±1
PKSH	K	25	99 ±05	77 ±03	54,3 ±04	52,0 ±07	2,02 ±008	2,50 ±007	4,29 ±009	3,65 ±011	1,63 ±007	47,6 ±080	21,5 ±076	0,45 ±002	6,30 ±004	5,47 ±002	5,48 ±007	4,31 ±013	4,98 ±021	64 ±1
	W	29	101 ±05	79 ±03	58,4 ±04	58,4 ±06	1,47 ±007	1,99 ±007	3,77 ±008	2,52 ±011	1,04 ±007	51,8 ±074	16,1 ±070	0,32 ±002	6,22 ±003	5,49 ±002	5,50 ±006	4,63 ±012	4,65 ±020	66 ±1
PKDE	K	54	100 ±04	78 ±02	56,8 ±03	54,1 ±05	1,55 ±005	2,03 ±005	3,83 ±006	3,34 ±008	1,39 ±005	48,1 ±055	20,4 ±052	0,43 ±002	6,51 ±003	5,44 ±001	5,72 ±005	4,00 ±009	3,27 ±014	64 ±1
	W	51	101 ±04	78 ±02	59,8 ±03	59,5 ±05	1,22 ±005	1,74 ±005	3,46 ±006	2,42 ±008	0,97 ±005	51,4 ±057	14,9 ±054	0,30 ±002	6,43 ±003	5,44 ±001	5,54 ±005	4,20 ±009	3,33 ±015	62 ±1
DUKDL	K	66	102 ±03	76 ±02	55,9 ±03	52,9 ±04	1,77 ±005	2,08 ±004	4,05 ±005	3,26 ±007	1,64 ±005	42,5 ±050	20,7 ±048	0,50 ±001	6,49 ±002	5,48 ±001	5,60 ±004	4,10 ±008	3,08 ±013	63 ±1
	W	38	104 ±04	76 ±03	58,0 ±04	56,5 ±05	1,52 ±006	1,91 ±006	3,75 ±007	2,65 ±009	1,27 ±006	45,3 ±065	17,4 ±062	0,39 ±002	6,44 ±003	5,48 ±001	5,48 ±005	4,19 ±010	3,20 ±017	65 ±1

Anhang 6: LSQ-Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Fleischzusammensetzung nach Herkunft, Umwelt und Geschlecht

		n	Fett (%)	Protein (%)	Wasser (%)
Herkunft					
BHZP		85	1,69 \pm 0,09	23,37 \pm 0,07	74,87 \pm 0,07
AS		80	2,14 \pm 0,09	24,14 \pm 0,07	73,97 \pm 0,08
PlxAS		89	2,61 \pm 0,08	23,40 \pm 0,07	74,01 \pm 0,07
PlxDE		95	1,63 \pm 0,08	23,49 \pm 0,07	74,84 \pm 0,07
DUxDL		95	2,47 \pm 0,08	23,23 \pm 0,07	74,30 \pm 0,07
Umwelt					
Konv		276	1,42 \pm 0,05	24,23 \pm 0,04	74,52 \pm 0,04
Öko		168	2,79 \pm 0,05	22,81 \pm 0,05	74,27 \pm 0,05
Geschlecht					
K		233	2,37 \pm 0,05	23,49 \pm 0,04	74,21 \pm 0,04
W		211	1,85 \pm 0,05	23,56 \pm 0,05	74,58 \pm 0,05
Umwelt*Geschlecht					
Konv	K	143	1,58 \pm 0,06	24,18 \pm 0,05	74,45 \pm 0,05
	W	133	1,26 \pm 0,07	24,29 \pm 0,05	74,59 \pm 0,06
Öko	K	90	3,15 \pm 0,08	22,80 \pm 0,07	73,97 \pm 0,07
	W	78	2,44 \pm 0,09	22,83 \pm 0,07	74,58 \pm 0,07
Herkunft*Geschlecht					
BHZP	K	54	1,86 \pm 0,12	23,29 \pm 0,10	74,73 \pm 0,10
	W	31	1,51 \pm 0,12	23,44 \pm 0,10	75,00 \pm 0,10
AS	K	50	2,44 \pm 0,12	24,21 \pm 0,10	73,71 \pm 0,11
	W	30	1,85 \pm 0,12	24,07 \pm 0,10	74,22 \pm 0,11
PlxAS	K	56	3,13 \pm 0,12	23,43 \pm 0,10	73,57 \pm 0,10
	W	33	2,10 \pm 0,11	23,37 \pm 0,10	74,45 \pm 0,10
PlxDE	K	61	1,78 \pm 0,11	23,43 \pm 0,09	74,78 \pm 0,09
	W	34	1,48 \pm 0,12	23,55 \pm 0,10	74,90 \pm 0,10
DUxDL	K	55	2,63 \pm 0,10	23,08 \pm 0,08	74,25 \pm 0,09
	W	40	2,31 \pm 0,13	23,37 \pm 0,11	74,35 \pm 0,11

Anhang 7: Phänotypische Korrelationen (Koeffizient nach Pearson, Signifikanz, n untereinander) ausgewählter Merkmale der Mastleistung und des intramuskulären Fettgehaltes für die einzelnen Herkünfte nach Umwelten getrennt (oberhalb der Diagonale Konv, unterhalb der Diagonale Öko)

BHZP				
	Gft	Gfuv	Tzpr	Fett
Gft		0,48 ***	0,14 n.s.	0,36 **
		87	87	54
Gfuv	0,36 **		0,08 n.s.	0,03 n.s.
	58		87	54
Tzpr	0,26 **	0,27 **		0,36 **
	58	58		54
Fett	-0,06 n.s.	-0,08 n.s.	0,27 n.s.	
	31	31	31	

AS				
	Gft	Gfuv	Tzpr	Fett
Gft		0,12 n.s.	0,25 n.s.	-0,14 n.s.
		54	54	50
Gfuv	-0,98 ***		-0,24 n.s.	0,30 *
	13		54	50
Tzpr	0,81 **	-0,79 **		-0,20 n.s.
	12	12		50
Fett	-0,21 n.s.	0,26 n.s.	-0,08 n.s.	
	13	13	28	

PlxAS				
	Gft	Gfuv	Tzpr	Fett
Gft		0,82 ***	0,32 *	0,14 n.s.
		59	59	56
Gfuv	-0,41 *		0,25 n.s.	0,28 *
	33		59	56
Tzpr	0,18 n.s.	-0,05 n.s.		0,14 n.s.
	33	33		56
Fett	0,29 n.s.	0,39 *	0,27 n.s.	
	33	33	33	

DUxDL				
	Gft	Gfuv	Tzpr	Fett
Gft		-0,09 n.s.	-0,17 n.s.	0,25 n.s.
		62	62	55
Gfuv	-0,21 n.s.		0,11 n.s.	0,25 n.s.
	43		62	55
Tzpr	0,19 n.s.	0,05 n.s.		0,19 n.s.
	43	43		55
Fett	0,37 *	-0,21 n.s.	-0,29 n.s.	
	40	40	40	

PlxDE				
	Gft	Gfuv	Tzpr	Fett
Gft		0,53 ***	0,52 ***	0,19 n.s.
		64	64	61
Gfuv	0,34 *		0,10 n.s.	-0,04 n.s.
	41		64	61
Tzpr	0,51 ***	0,47 **		0,29 *
	41	41		61
Fett	0,19 n.s.	0,08 n.s.	0,22 n.s.	
	34	34	34	

SH			
	Gft	Gfuv	Tzpr
Gft		-0,71 ***	0,60 **
		25	25
Gfuv	0,23 n.s.		-0,60 **
	26		25
Tzpr	0,54 **	0,23 n.s.	
	26	26	

PlxSH			
	Gft	Gfuv	Tzpr
Gft		0,54 **	0,22 n.s.
		27	27
Gfuv	0,37 n.s.		-0,51 **
	28		27
Tzpr	0,21 n.s.	-0,06 n.s.	
	28	28	

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; n.s.: nicht signifikant

Anhang 8: Signifikanzen der Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperqualität für die BHZP-Vergleichsgruppe

Merkmale	Station	Umwelt	Geschlecht	Durchgang	Station* Umwelt	Station* Durchgang	Umwelt* Durchgang	Prüfanfangsgewicht / Schlachtgewicht
Tzpr	n.s.	***	*	**	**	***	n.s.	**
Prdauer	n.s.	***	*	n.s.	***	**	n.s.	***
Gft	n.s.	*	***	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Gfuv	n.s.	***	***	n.s.	***	n.s.	**	n.s.
Skl	***	***	***	*	**	n.s.	n.s.	n.s.
Ausschl	n.s.	n.s.	***	*	*	n.s.	n.s.	***
Bmfä	n.s.	**	***	n.s.	**	*	n.s.	***
Bfab	*	***	***	n.s.	***	**	n.s.	n.s.
Rsl	n.s.	***	***	n.s.	n.s.	*	n.s.	**
Rsm	n.s.	n.s.	***	**	n.s.	n.s.	n.s.	***
Rsw	n.s.	**	***	n.s.	**	n.s.	*	**
Ss	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.
Sb	n.s.	**	***	n.s.	***	*	n.s.	n.s.
Ffllk	***	***	***	n.s.	***	n.s.	***	***
Feflk	n.s.	*	***	n.s.	***	n.s.	n.s.	*
Ffv	***	***	***	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.
ph1k	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ph24k	***	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.
ph24s	n.s.	*	*	***	**	**	**	n.s.
Lf1	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Lf24	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Opto	***	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.

***: p < 0,001; **: p < 0,01; *: p < 0,05; n.s.: nicht signifikant

Anhang 9: LSQ–Mittelwerte \pm Standardfehler der Merkmale der Mastleistung der BHZP–Vergleichsgruppe für alle im Auswertungsmodell berücksichtigten Effekte

		n ¹	Tzpr (g)	Prdauer (d)	n ²	Gft (kg)	Gfuv (kg)	
Station								
	NeuU	53	820 \pm 21	101 \pm 2	12	2,09 \pm 0,11	2,64 \pm 0,12	
	Rohr	92	815 \pm 13	107 \pm 1	36	2,19 \pm 0,04	2,90 \pm 0,04	
Umwelt								
	Konv	87	899 \pm 10	94 \pm 1	36	2,20 \pm 0,04	2,51 \pm 0,04	
	Öko	58	736 \pm 14	114 \pm 2	12	2,08 \pm 0,07	3,03 \pm 0,08	
Geschlecht								
	K	68	837 \pm 13	102 \pm 1	24	2,24 \pm 0,06	2,86 \pm 0,06	
	W	77	798 \pm 11	106 \pm 1	24	2,04 \pm 0,05	2,68 \pm 0,05	
Durchgang								
	1	50	778 \pm 14	106 \pm 2	16	2,04 \pm 0,07	2,73 \pm 0,07	
	2	50	837 \pm 13	102 \pm 2	16	2,25 \pm 0,04	2,76 \pm 0,05	
	3	45	838 \pm 17	104 \pm 2	16	2,13 \pm 0,08	2,83 \pm 0,08	
Station*Umwelt								
	NeuU	Konv	27	880 \pm 22	95 \pm 3	6	2,16 \pm 0,11	2,49 \pm 0,12
		Öko	26	760 \pm 26	107 \pm 3	6	2,02 \pm 0,13	2,80 \pm 0,14
	Rohr	Konv	60	919 \pm 17	93 \pm 2	30	2,24 \pm 0,05	2,54 \pm 0,05
		Öko	32	711 \pm 16	121 \pm 2	6	2,13 \pm 0,06	3,27 \pm 0,06
Station*Durchgang								
		1	19	742 \pm 31	105 \pm 4	4	1,98 \pm 0,16	2,67 \pm 0,17
	NeuU	2	19	812 \pm 22	102 \pm 3	4	2,15 \pm 0,09	2,67 \pm 0,10
		3	15	907 \pm 29	95 \pm 3	4	2,14 \pm 0,12	2,59 \pm 0,13
		1	31	814 \pm 20	107 \pm 2	12	2,10 \pm 0,06	2,78 \pm 0,07
	Rohr	2	31	862 \pm 21	103 \pm 2	12	2,35 \pm 0,07	2,86 \pm 0,07
		3	30	768 \pm 17	112 \pm 2	12	2,12 \pm 0,06	3,07 \pm 0,06
Umwelt*Durchgang								
		1	30	867 \pm 17	95 \pm 2	12	2,18 \pm 0,06	2,58 \pm 0,07
	Konv	2	29	923 \pm 18	92 \pm 2	12	2,26 \pm 0,05	2,51 \pm 0,05
		3	28	907 \pm 19	95 \pm 2	12	2,17 \pm 0,06	2,44 \pm 0,07
		1	20	689 \pm 22	117 \pm 3	4	1,90 \pm 0,09	2,87 \pm 0,10
	Öko	2	21	751 \pm 19	113 \pm 2	4	2,24 \pm 0,07	3,02 \pm 0,08
		3	17	768 \pm 26	112 \pm 3	4	2,09 \pm 0,11	3,22 \pm 0,12

¹: Anzahl Tiere, ²: Anzahl Gruppen

Anhang 10: LSQ-Mittelwerte ± Standardfehler der Merkmale der Schlachtkörperqualität der BHZP-Vergleichsgruppe für alle im Auswertungsmodell berücksichtigten Effekte

Station	n	Kl (cm)	Ausschl (%)	Bmta (%)	Blab (%)	Rsl (cm)	Rsm (cm)	Rsw (cm)	Ss (cm)	Sb (cm)	FlK (cm ²)	FetK (cm ²)	Fiv (1:1)	pHK	pH2K	pH2s	Lf1	L24	Opto
NeuU	52	100 ±0,3	78 ±0,2	58,9 ±0,2	58,5 ±0,3	1,36 ±0,05	1,84 ±0,04	3,57 ±0,06	2,71 ±0,07	1,08 ±0,03	52,75 ±0,57	15,68 ±0,36	0,30 ±0,01	6,29 ±0,03	5,40 ±0,01	5,52 ±0,05	3,75 ±0,10	2,79 ±0,16	68,0 ±1
	103	103 ±0,3	78 ±0,2	58,8 ±0,2	57,5 ±0,2	1,47 ±0,03	1,83 ±0,03	3,53 ±0,04	2,71 ±0,05	1,14 ±0,02	46,86 ±0,48	15,77 ±0,27	0,35 ±0,01	6,55 ±0,02	5,50 ±0,01	5,41 ±0,04	4,39 ±0,07	3,82 ±0,12	60,0 ±1
	91	103 ±0,3	78 ±0,2	58,8 ±0,2	57,5 ±0,2	1,47 ±0,03	1,83 ±0,03	3,53 ±0,04	2,71 ±0,05	1,14 ±0,02	46,86 ±0,48	15,77 ±0,27	0,35 ±0,01	6,55 ±0,02	5,50 ±0,01	5,41 ±0,04	4,39 ±0,07	3,82 ±0,12	60,0 ±1
Umwelt	86	101	78	59,3	58,7	1,32	1,80	3,46	2,71	1,05	51,74	15,28	0,30	6,45	5,44	5,53	4,01	3,41	64,6
		±0,3	±0,2	±0,2	±0,3	±0,03	±0,03	±0,04	±0,05	±0,02	±0,48	±0,27	±0,01	±0,02	±0,01	±0,04	±0,07	±0,12	±1
		102	77	58,4	57,3	1,51	1,87	3,65	2,71	1,17	47,87	16,17	0,35	6,39	5,45	5,40	4,13	3,20	63,4
Öko	57	102 ±0,3	77 ±0,2	58,4 ±0,2	57,3 ±0,3	1,51 ±0,04	1,87 ±0,04	3,65 ±0,05	2,71 ±0,06	1,17 ±0,03	47,87 ±0,51	16,17 ±0,32	0,35 ±0,01	6,39 ±0,02	5,45 ±0,01	5,40 ±0,04	4,13 ±0,08	3,20 ±0,14	63,4 ±1
Geschlecht	68	101	77	57,5	55,8	1,62	1,99	3,70	3,08	1,28	48,17	17,54	0,37	6,44	5,45	5,52	3,99	3,37	64,1
		±0,3	±0,2	±0,2	±0,3	±0,04	±0,03	±0,05	±0,06	±0,03	±0,48	±0,30	±0,01	±0,02	±0,01	±0,04	±0,08	±0,13	±1
		102	78	60,2	60,2	1,21	1,69	3,40	2,33	0,93	51,43	13,91	0,28	6,41	5,45	5,41	4,14	3,24	63,9
W	75	102 ±0,3	78 ±0,2	60,2 ±0,2	60,2 ±0,3	1,21 ±0,03	1,69 ±0,03	3,40 ±0,04	2,33 ±0,05	0,93 ±0,02	51,43 ±0,44	13,91 ±0,27	0,28 ±0,01	6,41 ±0,02	5,45 ±0,01	5,41 ±0,04	4,14 ±0,07	3,24 ±0,12	63,9 ±1
Durchgang	50	101	78	58,4	57,9	1,51	1,95	3,63	2,68	1,12	50,90	16,12	0,32	6,43	5,42	5,28	4,12	3,53	62,8
		±0,4	±0,2	±0,2	±0,4	±0,05	±0,04	±0,06	±0,07	±0,03	±0,62	±0,39	±0,01	±0,03	±0,01	±0,05	±0,10	±0,17	±1
		101	78	58,9	57,9	1,39	1,84	3,52	2,80	1,11	48,98	15,49	0,32	6,42	5,46	5,54	4,04	3,23	65,2
2	49	101 ±0,3	78 ±0,2	58,9 ±0,2	57,9 ±0,3	1,39 ±0,04	1,84 ±0,04	3,52 ±0,05	2,80 ±0,07	1,11 ±0,03	48,98 ±0,55	15,49 ±0,34	0,32 ±0,01	6,42 ±0,03	5,46 ±0,01	5,54 ±0,05	4,04 ±0,09	3,23 ±0,15	65,2 ±1
3	44	102 ±0,4	77 ±0,2	59,3 ±0,2	58,3 ±0,4	1,34 ±0,05	1,71 ±0,04	3,51 ±0,06	2,64 ±0,07	1,09 ±0,03	49,53 ±0,61	15,58 ±0,39	0,32 ±0,01	6,41 ±0,03	5,45 ±0,01	5,57 ±0,05	4,05 ±0,10	3,16 ±0,17	63,9 ±1

Fortsetzung, nächste Seite

Fortsetzung Anhang 10: LSQ-Mittelwerte ± Standardfehler der Merkmale der Schlachtkörperqualität der BHZP-Vergleichsgruppe für alle im Auswertungsmodell berücksichtigten Effekte

	n	Kl (cm)	Ausschl (%)	Bmta (%)	Blab (%)	Rsl (cm)	Rsm (cm)	Rsw (cm)	Ss (cm)	Sb (cm)	Fllk (cm)	Fellk (cm ²)	Ftv (:)	pHtk	pH24k	pH24s	Lf1	Lf24	Opto		
Station*Umwelt																					
NeuU	Konv	26	100	77	59,0	58,4	1,28	1,79	3,59	2,78	1,13	52,66	16,06	0,31	6,28	5,38	5,49	3,68	3,03	67,0	
	Öko	26	100	78	58,9	58,7	1,44	1,89	3,56	2,63	1,03	52,84	15,30	0,29	6,30	5,41	5,54	3,81	2,55	68,9	
				±0,5	±0,3	±0,3	±0,45	±0,05	±0,08	±0,09	±0,04	±0,78	±0,49	±0,01	±0,04	±0,02	±0,07	±0,13	±0,22	±1	
Rohr	Konv	60	101	78	59,6	59,0	1,35	1,81	3,33	2,63	0,97	50,81	14,51	0,29	6,62	5,50	5,56	4,34	3,79	62,1	
	Öko	31	104	77	58,0	55,9	1,58	1,85	3,73	2,78	1,30	42,90	17,04	0,40	6,49	5,49	5,26	4,44	3,85	57,9	
				±0,4	±0,2	±0,3	±0,38	±0,05	±0,07	±0,08	±0,04	±0,66	±0,42	±0,01	±0,03	±0,01	±0,06	±0,11	±0,19	±1	
Station*Durchgang																					
NeuU	1	19	99	78	58,3	58,3	1,50	1,99	3,75	2,73	1,07	54,00	16,03	0,30	6,29	5,33	5,48	3,62	3,14	67,1	
	2	19	100	78	59,5	59,3	1,24	1,81	3,49	2,55	1,04	51,99	14,89	0,29	6,31	5,43	5,51	3,83	2,68	69,3	
	3	14	100	77	59,0	58,0	1,35	1,73	3,49	2,85	1,13	52,26	16,12	0,31	6,27	5,43	5,55	3,78	2,54	67,5	
			±0,6	±0,4	±0,4	±0,6	±0,08	±0,10	±0,12	±0,05	±0,05	±0,99	±0,62	±0,01	±0,05	±0,02	±0,09	±0,17	±0,28	±2	
Rohr	1	31	102	78	58,5	57,4	1,51	1,92	3,50	2,63	1,17	47,80	16,21	0,34	6,57	5,51	5,09	4,61	3,91	58,5	
	2	30	102	78	58,3	56,4	1,55	1,87	3,56	3,05	1,19	45,97	16,08	0,36	6,53	5,50	5,56	4,25	3,77	61,1	
	3	30	104	78	59,5	58,5	1,34	1,70	3,53	2,43	1,05	46,80	15,03	0,33	6,55	5,48	5,59	4,31	3,78	60,4	
			±0,4	±0,3	±0,3	±0,4	±0,06	±0,05	±0,07	±0,09	±0,04	±0,72	±0,46	±0,01	±0,03	±0,01	±0,06	±0,12	±0,20	±1	
Umwelt*Durchgang																					
Konv	1	30	100	78	58,7	58,3	1,45	1,89	3,60	2,66	1,08	50,87	15,47	0,31	6,47	5,42	5,49	3,91	3,57	65,0	
	2	29	100	78	59,0	58,2	1,33	1,84	3,48	2,83	1,06	51,67	15,71	0,31	6,48	5,45	5,50	4,18	3,29	65,1	
	3	27	101	78	60,0	59,5	1,17	1,68	3,29	2,63	1,01	52,67	14,67	0,28	6,39	5,46	5,59	3,93	3,36	63,6	
			±0,5	±0,3	±0,3	±0,5	±0,05	±0,08	±0,10	±0,04	±0,04	±0,79	±0,50	±0,01	±0,04	±0,02	±0,07	±0,13	±0,22	±1	
Öko	1	20	101	78	58,1	57,4	1,56	2,02	3,65	2,70	1,16	50,94	16,77	0,34	6,38	5,42	5,08	4,32	3,48	60,6	
	2	20	102	78	58,7	57,5	1,45	1,85	3,56	2,77	1,16	46,29	15,26	0,34	6,37	5,48	5,57	3,90	3,16	65,4	
	3	17	103	77	58,5	57,1	1,52	1,75	3,72	2,65	1,18	46,39	16,48	0,36	6,43	5,45	5,56	4,16	2,96	64,2	
			±0,5	±0,3	±0,4	±0,5	±0,06	±0,09	±0,11	±0,05	±0,05	±0,90	±0,57	±0,01	±0,04	±0,02	±0,08	±0,15	±0,26	±2	

Anhang 11: Differenz und Signifikanz der Merkmale der Schlachtkörperqualität für die BHZP–Vergleichsgruppe zwischen der ökologischen (Öko) und der konventionellen (Konv) Umwelt nach Station

Differenz Öko – Konv	Neu– Ulrichstein	Rohrßen
Kl (cm)	0,70 ^{n.s.}	2,57 ^{***}
Ausschl (%)	0,14 ^{n.s.}	–0,87 ^{**}
Bmfa (%)	–0,08 ^{n.s.}	–1,60 ^{***}
Bfab (%)	0,39 ^{n.s.}	–3,05 ^{***}
Rsl (cm)	0,15 ^{n.s.}	0,23 ^{***}
Rsm (cm)	0,10 ^{n.s.}	0,04 ^{n.s.}
Rsw (cm)	–0,03 ^{n.s.}	0,40 ^{***}
Ss (cm)	–0,15 ^{n.s.}	0,15 ^{n.s.}
Sb (cm)	–0,09 ^{n.s.}	0,33 ^{***}
Fiflk (cm²)	0,18 ^{n.s.}	–7,91 ^{***}
Feflk (cm²)	–0,76 ^{n.s.}	2,53 ^{***}
Ffv (1:)	–0,02 ^{n.s.}	0,11 ^{***}
pH1k	0,01 ^{n.s.}	–0,13 ^{**}
pH24k	0,03 ^{n.s.}	–0,01 ^{n.s.}
pH24s	0,05 ^{n.s.}	–0,30 ^{***}
Lf1	0,14 ^{n.s.}	0,11 ^{n.s.}
Lf24	–0,48 ^{n.s.}	0,06 ^{n.s.}
Opto	1,92 ^{n.s.}	–4,24 ^{**}

*****: p < 0,001; **: p < 0,01; *: p < 0,05; n.s.: nicht signifikant**

Anhang 12: Phänotypische Korrelationen (Koeffizient nach Pearson, Signifikanz, n untereinander) ausgewählter Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperqualität nach Umwelten getrennt für die BHZP-Vergleichsgruppe (oberhalb der Diagonale Konv, unterhalb der Diagonale Öko) – Station Neu Ulrichstein

	Gft	Gfuv	Tzpr	Fflk	Feflk	Rsl	Rsm	Rsw	Ss	Sb
Gft		0,68 *** 26	0,34 n.s. 26	-0,45 * 25	0,34 n.s. 25	0,50 * 25	0,29 n.s. 25	0,43 * 25	0,46 * 25	0,50 ** 25
Gfuv	0,62 *** 26		-0,04 n.s. 26	-0,55 ** 25	0,47 * 25	0,57 * 25	0,53 ** 25	0,58 ** 25	0,58 ** 25	0,69 *** 25
Tzpr	0,47 * 26	0,46 * 26		0,01 n.s. 26	0,22 n.s. 26	0,29 n.s. 26	0,08 n.s. 26	0,32 n.s. 26	0,22 n.s. 26	0,23 n.s. 26
Fflk	-0,46 * 26	-0,23 n.s. 26	-0,08 n.s. 26		0,03 n.s. 26	-0,16 n.s. 26	-0,02 n.s. 26	-0,09 n.s. 26	-0,15 n.s. 26	-0,29 n.s. 26
Feflk	0,52 ** 26	0,58 ** 26	0,42 * 26	-0,03 n.s. 26		0,81 *** 26	0,85 *** 26	0,76 *** 26	0,89 *** 26	0,92 *** 26
Rsl	0,57 * 26	0,68 *** 26	0,50 ** 26	-0,03 n.s. 26	0,77 *** 26		0,73 *** 26	0,85 *** 26	0,88 *** 26	0,83 *** 26
Rsm	0,47 * 26	0,53 ** 26	0,40 * 26	-0,16 n.s. 26	0,71 *** 26	0,75 *** 26		0,74 *** 26	0,79 *** 26	0,86 *** 26
Rsw	0,47 * 26	0,65 *** 26	0,41 * 26	0,04 n.s. 26	0,63 *** 26	0,62 *** 26	0,53 ** 26		0,74 *** 26	0,79 *** 26
Ss	0,53 ** 26	0,66 *** 26	0,42 * 26	0,12 n.s. 26	0,79 *** 26	0,71 *** 26	0,45 * 26	0,75 *** 26		0,89 *** 26
Sb	0,64 *** 26	0,67 *** 26	0,50 ** 26	-0,30 ** 26	0,90 *** 26	0,72 *** 26	0,66 *** 26	0,55 ** 26	0,74 *** 26	

Anhang 13: Phänotypische Korrelationen (Koeffizient nach Pearson, Signifikanz, n untereinander) ausgewählter Merkmale der Mastleistung und Schlachtkörperqualität nach Umwelten getrennt für die BHZP-Vergleichsgruppe (oberhalb der Diagonale Konv, unterhalb der Diagonale Öko) – Station Rohrsen

	Gft	Gfuv	Tzpr	Fett	Flflk	Feflk	Rsl	Rsm	Rsw	Ss	Sb
Gft		0,25 n.s. 60	0,62 *** 60	0,39 ** 54	-0,41 ** 60	0,54 *** 60	0,44 *** 60	0,44 *** 60	0,25 n.s. 60	0,45 *** 60	0,56 *** 60
Gfuv	0,60 n.s. 32		-0,22 n.s. 60	0,13 n.s. 54	-0,31 * 60	0,14 * 60	0,14 * 60	0,13 n.s. 60	0,30 * 60	0,16 n.s. 60	0,21 n.s. 60
Tzpr	0,16 n.s. 32	-0,12 n.s. 32		0,36 ** 54	-0,16 n.s. 60	0,44 *** 60	0,38 ** 60	0,43 *** 60	0,07 n.s. 60	0,41 ** 60	0,35 ** 60
Fett	0,13 n.s. 31	-0,16 n.s. 31	0,23 n.s. 31		-0,37 ** 54	0,46 *** 54	0,26 n.s. 54	0,22 n.s. 54	-0,05 n.s. 54	0,48 *** 54	0,43 ** 54
Flflk	-0,41 * 31	-0,60 *** 31	-0,23 n.s. 31	-0,18 n.s. 31		-0,33 ** 60	-0,23 * 60	-0,03 n.s. 60	-0,21 n.s. 60	-0,23 * 60	-0,52 *** 60
Feflk	0,29 n.s. 31	0,13 n.s. 31	0,46 ** 31	0,35 n.s. 31	-0,19 n.s. 31		0,57 *** 60	0,58 *** 60	0,39 ** 60	0,68 *** 60	0,91 *** 60
Rsl	0,27 n.s. 31	0,23 n.s. 31	0,16 n.s. 31	0,36 * 31	-0,12 n.s. 31	0,56 ** 31		0,58 *** 60	0,33 ** 60	0,51 *** 60	0,53 *** 60
Rsm	-0,02 n.s. 31	-0,07 n.s. 31	0,13 n.s. 31	0,17 n.s. 31	0,10 n.s. 31	0,54 ** 31	0,51 ** 31		0,52 *** 60	0,47 *** 60	0,46 *** 60
Rsw	0,45 * 31	0,35 n.s. 31	0,26 n.s. 31	0,19 n.s. 31	-0,27 n.s. 31	0,53 ** 31	0,45 * 31	0,59 *** 31		0,36 ** 60	0,37 ** 60
Ss	0,09 n.s. 31	0,11 n.s. 31	0,30 n.s. 31	0,19 n.s. 31	-0,28 n.s. 31	0,69 *** 31	0,55 ** 31	0,46 ** 31	0,40 * 31		0,59 *** 60
Sb	0,40 * 31	0,24 n.s. 31	0,48 ** 31	0,23 n.s. 31	-0,44 * 31	0,92 *** 31	0,40 * 31	0,37 * 31	0,45 * 31	0,72 *** 31	

DANKSAGUNG

Ich danke Herrn Prof. Dr. Horst Brandt nicht nur für die Überlassung des Themas und die jederzeit gewährte Unterstützung bei der Bearbeitung, sondern auch für seine Geduld und Kreativität bei der Erläuterung statistischer Probleme und deren Lösung. Und für viele Geschichten bei gemeinsamen Zugfahrten, Beruhigungsversuche vor Vorträgen und wirklich gute Gespräche.

Herrn Prof. Dr. Georg Erhardt danke ich für die Übernahme des Koreferates.

Stellvertretend für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ehemaligen Leistungsprüfungsanstalten Rohrsen und Neu-Ulrichstein danke ich Herrn Armin Schön und Herrn Dr. Gerhard Quanz für die praktische Durchführung der Untersuchung, besonders die Betreuung der Versuchstiere und die Erhebung der Daten vor Ort und am Schlachthof.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Institutes für Tierzucht Mariensee – Friedrich-Loeffler-Institut, danke ich für die Unterstützung bei der Analyse der Fleischzusammensetzung.

Herrn Dr. Friedrich Weißmann vom Institut für ökologischen Landbau – Johann Heinrich von Thünen-Institut, danke ich herzlich für die Hilfe bei dem Bezug der im Versuch eingesetzten Angler Sattelschweine und deren Kreuzungen.

Meiner Projektkollegin Simone Küster danke ich für all die Tage an denen sie in aller Frühe nach Zeven zum Schlachthof fuhr um bei der Datenerhebung dort vor Ort zu sein.

Ich danke meiner Familie und meinem Freund für bedingungslose Unterstützung, für Geduld in angespannten Zeiten und geteilte Freude.

ERKLÄRUNG

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFBENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN 3-8359-5358-3



9 783835 953581

