

Die Bedeutung der Blutgruppen für die Fleischbeschaffenheit und die Stressresistenz beim Schweizerischen Veredelten Landschwein und beim Edelschwein

D. Schwörer, P. Vögeli*, J.K. Blum und A. Rebsamen

Schweiz. Mast- und Schlachtleistungsprüfungsanstalt (MLP), 6204 Sempach, Schweiz

*Eidg. Techn. Hochschule (ETH), Institut für Tierproduktion, 8092 Zürich, Schweiz

1. Einleitung

Als Ursache für die Stressempfindlichkeit und die mangelhafte Fleischbeschaffenheit beim Schwein wird unter anderem eine Insuffizienz des oxydativen Energiestoffwechsels mit einer Beschleunigung anaerob glykolytischer Prozesse in Betracht gezogen (Sybesma und Eikelenboom, 1969; Bickhardt, 1971; Eikelenboom und Sybesma, 1973).

Zur Diagnose derartiger Stoffwechseldefekte am lebenden Tier wird vor allem die Ueberprüfung der Halothanempfindlichkeit, der Creatinkinase(CK)-Aktivität und diverser Blutgruppen- und Enzymtypen empfohlen.

Das H-Blutgruppen- (Rasmusen und Christian, 1976) und das PHI-Enzymsystem (Jørgensen et al., 1976) scheint bei diversen Rassen mit dem Halothan-induzierten malignen Hyperthermie-Syndrom in Beziehung zu stehen und somit die Fleischbeschaffenheit zu beeinflussen (Jensen et al., 1976; Barton et al., 1977; Imlah und Thomson, 1979). Die Anwendbarkeit dieser genetischen Marker in der Selektion wurde in mehreren Publikationen diskutiert (u.a. Andresen et al., 1979; Vögeli et al., 1982).

2. Ziel dieser Arbeit

Seit dem Jahre 1973 beschäftigt sich die Schweizerische Mast- und Schlachtleistungsprüfungsanstalt (MLP) intensiv mit der Verbesserung der Fleischbeschaffenheit sowie mit der Verminderung der Transportsterblichkeit. Im Jahre 1977 wurde die Fleischbeschaffenheit (pH-,Farbhelligkeitswerte) in den Selektionsindex einbezogen. Im Jahre 1978 wurde der Halothan-Test beim Schweizerischen Veredelten Landschwein sowohl im Feld als auch in der Prüfanstalt eingeführt. Zwei Jahre später folgte der CK-Test. Dank diesen Bemühungen konnte die Fleischbeschaffenheit beim Veredelten Landschwein sehr stark verbessert werden. Der PSE-Anteil sank von 32.7 % im Jahre 1978 auf 9.5 % im Jahre 1982 (Schwörer und Blum, 1983).

Im Jahre 1978 wurden ebenfalls Blutgruppen-, Serumprotein- und Enzymtypen-Bestimmungen in die laufenden Untersuchungen integriert, mit dem Ziel, die Beziehungen zwischen diesen Markern und der Fleischbeschaffenheit, der Halothanreaktion, der CK-Aktivität und diversen Leistungsmerkmalen beim Schweizerischen Veredelten Landschwein (VLS) und beim Edelschwein (ES) näher abzuklären. Im vorliegenden Beitrag sind diese Beziehungen beschrieben.

3. Tiermaterial und Methoden

In die Untersuchung wurden total 836 zufällig ausgelesene Tiere aus der Vollgeschwisterprüfung der MLP Sempach einbezogen (391 VLS und 445 ES). Die VLS stammten von 72 Ebern und 111 Sauen, die ES von 100 Ebern und 122 Sauen. Beim VLS waren 61 % der Eber an nur 1 Sau und 15 % der Eber an mehr als 2 Sauen angepaart, beim ES 78 % bzw. 3 %. Die Tiere wurden ad libitum gefüttert. Die konstanten Haltungsbedingungen sowie die verwendeten Futter (Jäger-, Ausmastfutter) sind im Jahresbericht 1980 der MLP (Rebsamen et al., 1981) näher beschrieben.

Nebst den Mast- und Schlachtleistungsmerkmalen wurden diverse Parameter der Fleischbeschaffenheit an der warmen Schlachthälfte (45 min. p.m.; pH₁, Rigor) und an der gekühlten Hälfte (ca. 20-30 Std. p.m.; pH₃₀, Farbhelligkeit) bestimmt. Alle Tiere wurden auf ihre Halothanreaktion und ihre CK-Aktivität hin überprüft. Ebenfalls wurden pro Tier insgesamt 11 Blutgruppen-, 4 Serumprotein- und 5 Enzymsysteme untersucht.

Einzelheiten über die Beurteilung der diversen Parameter und die Auswertung sind bei Schwörer (1982) näher beschrieben.

Die Daten wurden mittels Varianzanalyse nach Harvey (1972) analysiert und u.a. nach Geschlecht und Jahr-2 Monatsklassen korrigiert.

4. Resultate

Das Auftreten mangelhafter Fleischbeschaffenheit, der Halothanempfindlichkeit, erhöhter CK₉₀-Aktivität und die Frequenzen des Ha- sowie PHI B-Allels beim VLS und beim ES gehen aus Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Charakterisierung der untersuchten Veredelten Landschweine (VLS) und Edelschweine (ES) bzgl. Fleischbeschaffenheit, Halothanreaktion, CK₉₀-Aktivität sowie Blutgruppen- und Enzymtypenfrequenzen

	VLS (N=391)	ES (N=445)
% Anteil PSE-Tiere	17.9	6.1
% Anteil Hal nn - Tiere	7.4	0.2
Genfrequenz Hal n	0.27	0.05
% Anteil Tiere mit log CK ₉₀ ≥ 2.7 U/l	24.3	19.6
Genfrequenz H a	0.35	0.37
Genfrequenz PHI B	0.72	0.48

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, lässt sich ein Teil der VLS mit schlechter Fleischbeschaffenheit (PSE-Fleisch) mit dem H-System allein oder mit der Kombination dieses Systems mit dem PHI-System erfassen. Beim ES hingegen besteht kein Zusammenhang zwischen diesen Markern und der Fleischbeschaffenheit.

Tabelle 2: Tiere mit PSE-Fleisch oder normaler Fleischbeschaffenheit aufgeschlüsselt nach Rassen sowie div. H-/PHI-Typkombinationen (Vierfeldertafel). (Obere Zahl = Anzahl Tiere, untere Zahl = % Anteil an Tieren mit PSE- oder normaler Fleischbeschaffenheit in der jeweiligen Typkombination; H⁻ = Hb oder Hc oder H⁻)

System	H		H und PHI		H und PHI	
	Ha/a Ha/- vorhanden	Ha/a Ha/- nicht vorhanden	Ha/a, PHI BB Ha/-, PHI BB vorhanden	Ha/a, PHI BB Ha/-, PHI BB nicht vorhanden	Ha/a, PHI BB vorhanden	Ha/a, PHI BB nicht vorhanden
VLS PSE vorhanden	58 (a) 24.8 %	12 (b) 7.6 %	41 (a) 27.5 %	29 (b) 12.0 %	22 (a) 59.5 %	48 (b) 13.6 %
PSE nicht vorhanden	176 (c) 75.2 %	145 (d) 92.4 %	108 (c) 72.5 %	213 (d) 88 %	15 (c) 40.5 %	306 (d) 86.4 %
ES PSE vorhanden	20 (a) 7.6 %	7 (b) 3.9 %	5 (a) 5.3 %	22 (b) 6.3 %	2 (a) 5.1 %	25 (b) 6.2 %
PSE nicht vorhanden	244 (c) 92.4 %	174 (d) 96.1 %	89 (c) 94.7 %	329 (d) 93.7 %	37 (c) 94.9 %	381 (d) 93.8 %

VLS χ^2 :	16.53 ***	15.14 ***	48.02 ***
r :	0.21	0.20	0.35
ES χ^2 :	2.59 n.s.	0.12 n.s.	0.07 n.s.
r :	0.08	0.02	0.01

n.s. = nicht signifikant, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$

Bereits in früheren Untersuchungen (Schwörer et al., 1980) konnte bei dieser Rasse ebenfalls keine Beziehung zwischen der Fleischbeschaffenheit und der Halothanempfindlichkeit sowie der CK₉₀-Aktivität festgestellt werden.

VLS mit der Kombination Ha/a PHI BB weisen die signifikant schlechtere Fleischbeschaffenheit, die geringere Körperlänge sowie höhere CK₉₀-Aktivitäten auf als Tiere, die diesen Typ nicht besitzen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Beziehung zwischen H-/PHI-Typkombinationen und Merkmalen der Mast- und Schlachtleistung, der Fleischbeschaffenheit sowie der CK₉₀-Aktivität beim Veredelten Landschwein

	H-Blutgruppensystem				
	aa	a-	--		
Anzahl Tiere	37	112	61	BB	
Masttageszunahmen, 25-103 kg (g)	779	763	757		
Körperlänge, cm	96.61	97.98	98.88		
Anteil wertvolle Fleischstücke, %	52.93	52.13	51.76		
Schinkenfülle, subj. Note	1.18	1.34	1.65		
Speckdicke Mitte Rücken, mm	20.45	20.75	20.37		
pH ₁	5.68	5.91	5.97		
Farbhelligkeit	41.96	35.36	34.41		
FB-Note, obj.	1.88	2.95	3.11		
Rigor, Einheiten	13.94	11.93	11.47		
log CK ₉₀ , U/l	2.74	2.56	2.40		
Anzahl Tiere	5	76	61	AB	PHI- Enzysystem
Masttageszunahmen, 25-103 kg (g)	799	762	772		
Körperlänge, cm	98.34	97.67	99.00		
Anteil wertvolle Fleischstücke, %	50.46	52.81	51.78		
Schinkenfülle, subj. Note	1.12	1.41	1.52		
Speckdicke Mitte Rücken, mm	21.02	20.75	22.11		
pH ₁	5.81	5.83	6.05		
Farbhelligkeit	34.04	35.11	32.17		
FB-Note, obj.	2.79	2.79	3.44		
Rigor, Einheiten	13.25	12.47	11.32		
log CK ₉₀ , U/l	2.61	2.55	2.39		
Anzahl Tiere	-	4	35	AA	
Masttageszunahmen, 25-103 kg (g)	-	803	760		
Körperlänge, cm	-	97.07	98.93		
Anteil wertvolle Fleischstücke, %	-	52.85	51.70		
Schinkenfülle, subj. Note	-	1.35	1.55		
Speckdicke Mitte Rücken, mm	-	20.32	21.33		
pH ₁	-	6.14	6.02		
Farbhelligkeit	-	34.54	32.11		
FB-Note, obj.	-	3.51	3.28		
Rigor, Einheiten	-	10.84	10.75		
log CK ₉₀ , U/l	-	2.31	2.31		

Der additive Effekt der Allele des H- und des PHI-Systems auf die Fleischbeschaffenheit der VLS ist in Abbildung 1 dargelegt. VLS mit nur einem a-Faktor des H- oder einem B-Faktor des PHI-Systems nehmen in der Fleischbeschaffenheit eine intermediäre Stellung ein.

Abbildung 1: Beziehung zwischen der Fleischbeschaffenheit und der Anzahl H^{-} - und PHI^A -Allele beim Veredelten Landschwein (Fleischbeschaffenheitsnote 1 = PSE, Note 4 = normale Fleischbeschaffenheit)

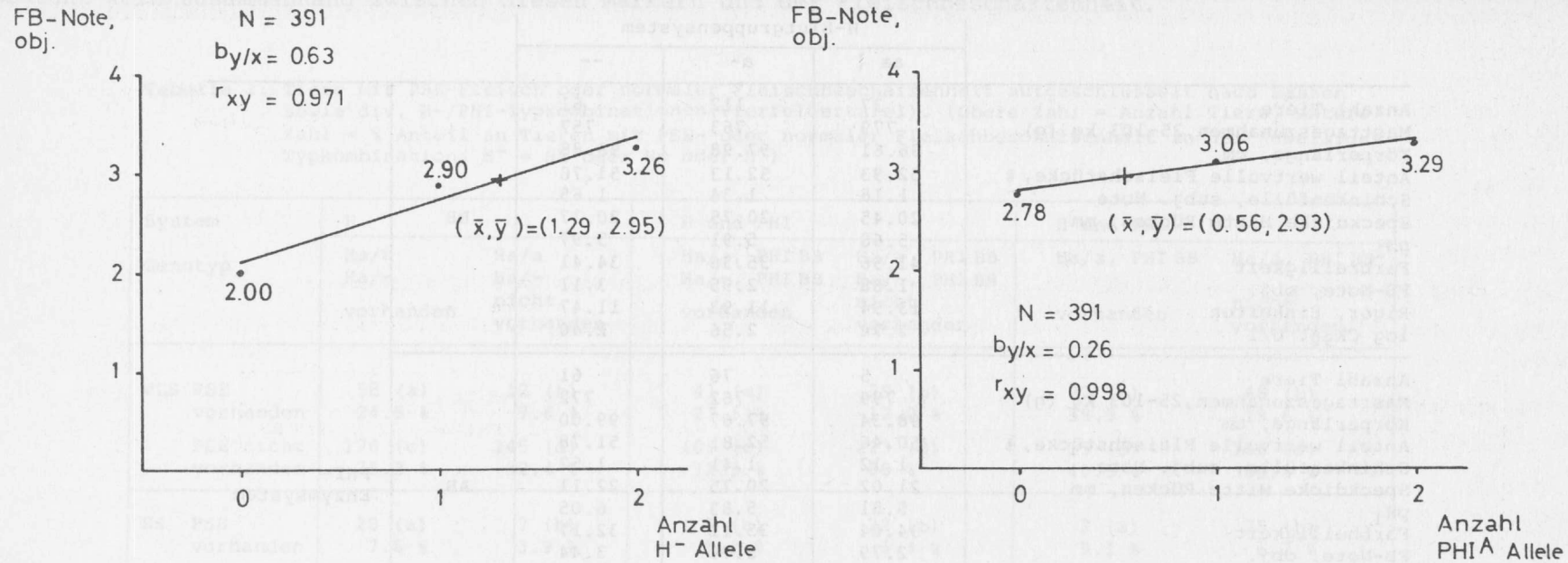


Tabelle 4: Effekt der Allele verschiedener Blutgruppen- und Protein-Systeme auf die Fleischbeschaffenheit und den log CK_{90} -Wert des Edelschweins ($N=445$; LSQ-Werte ausgedrückt als Abweichung vom Mittelwert; F-Test)

System	Allel	Genfrequenz	pH ₁	pH ₃₀	Farbhel- ligkeit	FB-Note, obj.	Rigor, Einheiten	log CK_{90} , U/l
A	A ^A	0.18	.03 *	.01 **	-.42 n.s.	.09 *	-.10 n.s.	.01 n.s.
G	G ^b	0.60	.03 n.s.	-.00 n.s.	-.78 **	.14 **	-.11 n.s.	.02 n.s.
L	L ^{bg}	0.72	.06 *	.02 *	-1.19 **	.23 **	-.23 n.s.	-.01 n.s.
Hpx	Hpx ¹	0.78	.07 *	.01 n.s.	-1.92 ***	.26 **	-.09 n.s.	-.09 *

Die Abklärung des Effektes verschiedener anderer Blutgruppen- und Proteinsysteme auf die Fleischbeschaffenheit des ES (Tabelle 4) zeigte, dass vor allem Tiere mit dem G^b -, L^{bg} - oder Hpx^1 -Allel die bessere Fleischbeschaffenheit aufwiesen als die übrigen Tiere.

Wie aus den Tabellen 5 und 6 hervorgeht, besteht beim VLS ebenfalls eine Beziehung zwischen den H-/PHI-Typen, der Halothanreaktion und der CK₉₀-Aktivität, die sich jedoch beim Edelschwein nicht bestätigen liess.

Tabelle 5: Halothanpositive (Hal nn) und halothannegative (Hal Nn, Hal NN) Tiere aufgeschlüsselt nach Rassen und div. H-/PHI-Typkombinationen (Vierfeldertafel). (Obere Zahl = Anzahl Tiere, untere Zahl = % Anteil an halothanpositiven oder halothannegativen Tieren in der jeweiligen Typkombination; H- = Hb oder Hc oder H⁻)

System	H		H und PHI		H und PHI		
	Ha/a Ha/- vorhanden	Ha/a Ha/- nicht vorhanden	Ha/a, PHI BB Ha/-, PHI BB vorhanden	Ha/a, PHI BB Ha/-, PHI BB nicht vorhanden	Ha/a, PHI BB vorhanden	Ha/a, PHI BB nicht vorhanden	
VLS	Hal nn	26 (a) 11.1 %	3 (b) 1.9 %	23 (a) 15.4 %	6 (b) 2.5 %	15 (a) 40.5 %	14 (b) 40.0 %
	Hal Nn	208 (c)	154 (d)	126 (c)	236 (d)	22 (c)	340 (d)
	Hal NN	88.9 %	98.1 %	84.6 %	97.5 %	59.5 %	96.0 %
ES	Hal nn	1 (a) 0.4 %	0 (b) 0 %	0 (a) 0 %	1 (b) 0.3 %	0 (a) 0 %	1 (b) 0.3 %
	Hal Nn	263 (c)	181 (d)	94 (c)	350 (d)	39 (c)	405 (d)
	Hal NN	99.6 %	100 %	100 %	99.7 %	100 %	99.7 %

VLS	χ^2 :	11.58 ***	22.55 ***	65.30 ***
	r :	0.17	0.24	0.41
	D :	-0.0850		
ES	χ^2 :	0.00 n.s.	0.27 n.s.	0.10 n.s.
	r :	0.00	0.02	0.01
	D :	-0.0302		

Tabelle 6: Tiere mit hohen ($\log CK_{90} \geq 2.7$) und tiefen ($\log CK_{90} < 2.7$) CK_{90} -Werten aufgeschlüsselt nach Rassen und div. H-/PHI-Typkombinationen (Vierfeldertafel). (Obere Zahl = Anzahl Tiere, untere Zahl = % Anteil an Tieren mit hohen oder tiefen CK_{90} -Werten in der jeweiligen Typkombination; H- = Hb oder Hc oder H⁻).

System Genotyp	H		H und PHI		H und PHI	
	Ha/a Ha/- vorhanden	Ha/a Ha/- nicht vorhanden	Ha/a, PHI BB Ha/-, PHI BB vorhanden	Ha/a, PHI BB Ha/-, PHI BB nicht vorhanden	Ha/a, PHI BB vorhanden	Ha/a, PHI BB nicht vorhanden
VLS $\log CK_{90} \geq 2.7$	73 (a) 31.2 %	22 (b) 14.0 %	57 (a) 38.3 %	38 (b) 15.7 %	23 (a) 62.2 %	72 (b) 20.3 %
VLS $\log CK_{90} < 2.7$	161 (c) 68.8 %	135 (d) 86.0 %	92 (c) 61.7 %	204 (d) 84.3 %	14 (c) 37.8 %	282 (d) 79.7 %
ES $\log CK_{90} \geq 2.7$	53 (a) 20.1 %	34 (b) 18.8 %	13 (a) 13.8 %	74 (b) 21.1 %	3 (a) 7.7 %	84 (b) 20.7 %
ES $\log CK_{90} < 2.7$	211 (c) 79.9 %	147 (d) 81.2 %	81 (c) 86.2 %	277 (d) 78.9 %	36 (c) 92.3 %	322 (d) 79.3 %

VLS	χ^2 :	15.08 ***	25.50 ***	26.64 ***
	r :	0.20	0.26	0.26
ES	χ^2 :	0.11 n.s.	2.48 n.s.	3.82 n.s.
	r :	0.00	0.07	0.09

Der Nutzen bei der Anwendung des H- und des PHI-Systems als Selektionsmerkmal hängt von den Frequenzen der entsprechenden Allele und der Erbllichkeit der zu verbessernden Leistungen ab. In Herden mit starken Fleischbeschaffenheitsproblemen bringt die Anwendung dieser Marker beim VLS eine Verbesserung der Fleischbeschaffenheit (Schwörer, 1982; Vögeli et al., 1982). Im Jahre 1980 wurde daher an der ETH-Zürich eine Dienstleistungsstelle für die Blutgruppenbestimmung beim Schwein gegründet.

5. Zusammenfassung

Beim Schweizerischen Veredelten Landschwein lässt sich mit dem H-System allein oder mit der Kombination dieses Systems mit dem PHI-System ein Teil der Tiere mit PSE-Fleisch, hoher CK₉₀-Aktivität und Halothanempfindlichkeit erfassen. Beim Schweizerischen Edelschwein wiesen vor allem Tiere mit dem G^b-, L^{bg}- oder Hpx¹-Allel eine gute Fleischbeschaffenheit auf.

Summary

The significance of blood groups for meat quality and stress resistance in Swiss Landrace and Swiss Large White pigs

A part of Swiss Landrace pigs with poor meat quality, high CK₉₀-activity and positive halothanereaction can be detected with the H-system alone or in combination with the PHI-system. In Swiss Large White breeds, primarily pigs with the G^b-, L^{bg}- or Hpx¹-allele had a good meat quality.

Die Autoren danken dem Bundesamt für Landwirtschaft in Bern für die Unterstützung dieser Arbeit und Prof. Dr. J. Moustgaard und P.B. Nielsen, Department of Physiology, Endocrinology and Bloodgrouping, Royal Veterinary and Agricultural University, Kopenhagen, für die Hilfe beim Analysieren der Blutgruppen an ihrem Institut.

6. Literaturverzeichnis

- Andresen, E., Barton-Gade, P., Hyldgaard-Jensen, J., Jørgensen, P.F., Nielsen, P.B. und Moustgaard, J., 1979. Acta Agric. Scand., 29: 291-294.
- Barton, P., Jørgensen, P.F., Nielsen, P.B. und Moustgaard, J., 1977. Arsberetn. Inst. Sterilitetsforsk., 20: 93-100.
- Bickhardt, K., 1971. Proc. 2nd Int. Symp. Condition Meat quality Pigs. Zeist. Pudoc, Wageningen, the Netherlands, p. 36-42.
- Eikelenboom, G. und Sybesma, W., 1973. Congress of the European Society and World Association of Veterinary Surgery, Utrecht, the Netherlands, pp. 7 (Abstr.).
- Harvey, R.W., 1972. Instructions for use of Least-Squares and Maximum Likelihood general purpose program 252 K mixed model version. Ohio State University.

- Jensen, P., Staun, H., Nielsen, P.B. und Moustgaard, J., 1976. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg No 83, pp. 4.
- Imlah, P. und Thomson, S.R.M., 1979. Acta Agric. Scand., Suppl. 21: 403-410.
- Jørgensen, P.F., Hyldgaard-Jensen, J., Eikelenboom, G. und Moustgaard, J., 1976. Acta vet. scand., 17: 370-372.
- Rasmusen, B.A. und Christian, L.L., 1976. Science, 191: 947-948.
- Rebsamen, A., Blum, J.K. und Schwörer, D., 1981. Der Kleinviehzüchter, 29: 283-317.
- Schwörer, D., 1982. Diss. ETH No 6978, Zürich. pp. 138.
- Schwörer, D. und Blum, J.K., 1983. Der Kleinviehzüchter, 31: 278-290.
- Schwörer, D., Blum, J.K. und Rebsamen, A., 1980. Livest. Prod. Sci., 7: 337-348.
- Sybesma, W. und Eikelenboom, G., 1969. Neth. J. Vet.Sci., 2: 155-160.
- Vögeli, P., Schwörer, D. und Hagger, Ch., 1982. Schweiz. Landw. Monatshefte, 60: 369-378.