

IN WELCHEM UMFANGE HAT EXSUDATIVES SCHWEINEFLEISCH  
EINE GENETISCHE GRUNDLAGE  
J. Scheper

A 2

Problemstellung

In den letzten 10 Jahren ist der Anteil der Schweine mit exsudativer Fleischbeschaffenheit erheblich angestiegen. Vielfach wird die mit dem Transport zur Schlachtstätte verbundene Belastung als Ursache angesehen. Eine Untersuchung (SCHEPER 1970) an 750 Schweinen, die sehr unterschiedlichen Belastungen (Transportabstufungen zwischen 5 und 800 km) ausgesetzt waren, zeigte, daß beim pH<sub>1</sub>-Wert (1 Std.p.m. gemessen) der Varianzanteil, der auf Unterschiede zwischen den Entfernungen zurückgeht, nur 13 % (Schinken) bzw. 18 % (Kotelett) beträgt, der Anteil, auf Unterschiede zwischen den Versuchen gleicher Entfernungen beruht, 24 % bzw. 27 % ausmacht, aber auf den Varianzanteil innerhalb der Versuche, also zwischen den Tieren gleicher Belastungen, 63 % bzw. 55 % entfallen. Daraus ist zu folgern, daß die genetische Veranlagung ein bedeutender Faktor für das Auftreten unterschiedlicher postmortalen Veränderungen des Fleisches ist. Dieses Ergebnis war Veranlassung, in einem mehrjährigen Versuch zu prüfen, in welchem Umfange Abweichungen in der Fleischbeschaffenheit im Sinne exsudativen Fleisches eine genetische Grundlage haben.

Tiermaterial, Haltung, Fütterung und Behandlung vor der Schlachtung

In die vorliegende Untersuchung sind 356 Schweine aus 30 väterlichen und 90 mütterlichen Nachkommengruppen der deutschen Landrasse, die in der staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Schweinezucht mit Viehhaltung und Melkerschule, Schwarzenau, auf Mast- und Schlachtleistung geprüft werden, einbezogen. Je Vater werden 3 mütterliche Nachkommengruppen (Wurfe) mit je 2 weiblichen Tieren und 2 männlichen Kastraten in Prüfung genommen, so daß, sofern keine Tiere vorzeitig ausgeschieden sind, je Vater 12 Nachkommen für Untersuchungen zur Verfügung stehen.

Die Mastleistungsprüfung beginnt bei 30 kg Lebendgewicht und endet nach Erreichen der 100 kg-Grenze. Sowohl die Futtermischung als auch die auf das Lebendgewicht bezogene Futtermenge (Futternorm) und die

Fütterungstechnik sind standardisiert. Nicht eingehalten werden kann die erwünschte Stalltemperatur von 18 bis 20°C. An heißen Sommertagen werden Stalltemperaturen bis zu 30°C gemessen. Die relative Luftfeuchtigkeit des Stalles lehnt sich weitgehend an die des Großklimas an. Das Maximum von 80 bis 90 % liegt in der Regel in den Morgenstunden und das Minimum wird mit 40 % bei sehr trockenem Wetter in den Abendstunden erreicht.

Die Behandlung der Schweine vor der Schlachtung ist gleichbleibend. Die Tiere werden mit einem Transportwagen von der Bucht zur etwa 100 - 150 m entfernt liegenden Schlachtstätte transportiert. Die Anlieferung in den Bereitstellungsraum erfolgt gegen 6 - 6.30 Uhr und die Schlachtungen beginnen zwischen 8.30 und 9.30 Uhr. Der Schlachtvorgang ist weitgehend standardisiert, die Tiere werden elektrisch betäubt; die Dauer der Betäubung, die Zeit zwischen Betäuben und Entbluten und die Zeit des Entblutens zeigen nur sehr geringe Schwankungen.

#### Untersuchungsmerkmale und Untersuchungsmethoden

An Kriterien zur Beurteilung des exsudativen Schweinefleisches sind herangezogen der Anfangs-pH-Wert, das Safthaltevermögen, die Fleischfarbe, der Milchsäuregehalt des Fleisches, die Fleischtemperatur unmittelbar nach der Spaltung der Schlachttierkörper und der Eintritt des Rigors. Sämtliche Merkmale wurden objektiv geprüft; der pH-Wert mit dem Radiometer pH M 22 bzw. dem Digital-pH-Meter PW 9408 von Philips, das Safthaltevermögen nach der Methode GRAU/HAMM, die Fleischfarbe mit dem Helligkeitsmessgerät "Göfo", die Milchsäure nach der enzymatischen Methode (SCHWEIGER, GÜNTHER), die Temperatur mittels eines Thermometers und der Rigor mit dem Rigormeter (Zeist).

Die Untersuchungen erfolgten für alle Merkmale am Kotelett im M. long. dorsi zwischen dem 5./6. Lendenwirbel und für den pH-, Göfo- und Rigor-Wert am Schinken im M. semitendineus in der Zeit

zwischen 45 und 55 Minuten nach der Betäubung bzw. ca. 5 Minuten nach dem Spalten\* des Schlachttierkörpers an der Schlachthälfte bzw. die Proben wurden an der Schlachthälfte genommen (Milchsäure, Safthaltevermögen).

#### Untersuchungsergebnis und Diskussion

Wird der  $pH_1$ -Wert in verschiedene Stufen unterteilt, so zeigt sich, daß  $pH_1$ -Werte unter 5,6 mit einem sehr niedrigen Göfo-Wert<sup>(44 Einheiten)</sup> und großer Flüssigkeitsfläche der Preßprobe ( $6,9 \text{ cm}^2 = 29 \% \text{ locker gebundenes Wasser}$ ) gekoppelt sind.  $pH_1$ -Werte zwischen 5,6 und 6,0 korrespondieren im Mittel mit einem Göfo-Wert von 57 und einer Flüssigkeitsfläche von  $6,15 \text{ cm}^2$  (25 % locker gebundenes Wasser). Anfangs-pH-Werte über 6,0 (pH 6,0 - 7,2) unterschieden sich im Helligkeitswert (73 - 77) und im Safthaltevermögen ( $3,9 - 3,3 \text{ cm}^2 = 15 - 13 \% \text{ locker gebundenes Wasser}$ ) nicht wesentlich (SCHEPER 1969). Aufgrund dieser Ergebnisse erscheinen die pH-Stufen unter 5,6 (stark beschleunigter pH-Abfall) und zwischen 5,6 und 6,0 (beschleunigter pH-Abfall) für diese Fragestellung interessant.

Eine Aufschlüsselung der einzelnen Merkmale nach Stufen zeigt ein wesentlich häufigeres Auftreten unerwünschter Merkmale im Kotelett als im Schinken (Tab. 1). Die Relation ist in den einzelnen Merkmalen nicht einheitlich. So tritt ein stark beschleunigter pH-Abfall (unter pH 5,6) und ein beschleunigter pH-Abfall (pH 5,6 - 6,0) im Kotelett (12,9 % und 24,1 %) doppelt so häufig auf wie im Schinken (5,4 % und 13,4 %). Hinsichtlich der Farbhelligkeit wurden Göfowerte unter 40 (sehr helles Fleisch) im Kotelett (10,4 %) viermal häufiger festgestellt als im Schinken (2,8 %); in der Helligkeitsstufe 40 - 60 Göfo-Einheiten ergab sich nur eine geringe Differenz im Anteil (Kotelett 16,6 %, Schinken 12,4 %). Die Rigorwerte im Kotelett (Muskelquerschnitt) und am Schinken (Muskel nicht angeschnitten) sind nicht direkt vergleichbar. Der Rigorwert des Schinkens liegt im Mittel um 1,3 Teilstriche höher als der des Koteletts. Daraus ergibt sich, daß bei Heranziehung des  $pH_1$ -wertes im Schinken nur etwa

die Hälfte der Tiere mit stark beschleunigter und beschleunigter Glykolyse im Kotelett erfaßt werden, bei Zugrundelegung des Göfowertes am Schinken nur etwa 1/4 des stark beschleunigten, aber 3/4 des beschleunigten pH-Abfalls im Kotelettmuskel erkannt werden. Die korrelativen Zusammenhänge zwischen den untersuchten Merkmalen sind nicht hinreichend straff ( $r = + -0,2 - 0,6$ ), so daß sichere Rückschlüsse von einem Merkmal auf andere nicht möglich sind.

Eine Aufschlüsselung der väterlichen Nachkommengruppen, bei der nur die für die Beurteilung des exsudativen Fleisches bedeutenden Merkmalsbereiche berücksichtigt sind, läßt erkennen, daß in einigen Nachkommengruppen derartige Abweichungen bei fast allen Merkmalen gehäuft auftreten, während bei anderen Nachkommengruppen diese fast vollständig fehlen. Die 30 Nachkommengruppen lassen sich in 4 Populationen zusammenfassen, wenn alle Tiere mit beschleunigter und stark beschleunigter Glykolyse (Tab. 2) einbezogen werden. Die besten Übereinstimmungen finden sich zwischen den Merkmalen pH-Wert und Milchsäuremenge, die beide eine deutliche Abstufung erkennen lassen. Nur geringe, zum Teil nicht wesentliche Differenzen bestehen in der Fleischtemperatur und im Rigor-Wert. Werden nur die Extremwerte (Tab. 2b)<sup>1</sup> herangezogen, so ändert sich die Reihenfolge der Nachkommengruppen, es zeichnet sich aber auch hier eine Gruppierung ab. In der 1. Aufschlüsselung (Tab. 2a) stehen 5 Nachkommengruppen mit 60 % der Tiere mit niedrigem Anfangs-pH-Wert, hohem Milchsäuregehalt und schlechtem Safthaltevermögen 5 Nachkommengruppen gegenüber mit geringem Anteil unerwünschter Eigenschaften des Muskelfleisches. In der 2. Aufschlüsselung (Tab. 2b) stehen 7 als negativ zu beurteilende Nachkommengruppen 7 als positiv einzuordnende gegenüber. In beiden Fällen ist ein starker väterlicher Einfluß auf die als ungünstig zu bezeichnenden Merkmale sichtbar.

Wird eine varianzanalytische Prüfung vorgenommen, so erweist sich bei den hier zugrundegelegten Nachkommengruppen der Zeitfaktor als

unbedeutend (Tab. 3). Relativ groß ist bei der Mehrzahl der Merkmale der auf väterlichen und mütterlichen Einfluß zurückgehende Varianzanteil. Beide zusammen machen beim  $pH_1$ -Wert, bei der Milchsäuremenge, der Flüssigkeitsfläche der Preßprobe und der Fleischtemperatur ca. 25 % der Gesamtvarianz aus. Beim G6fo-Wert liegt der Anteil mit 12 - 14 % erheblich niedriger. Beim Rigorwert bestehen deutliche Unterschiede zwischen den Muskeln.

Legt man bei der Schätzung des Heritabilitätsgrades die väterlichen Varianzkomponenten zugrunde, baut also in der Selektion auf die Väter mit der größeren Nachkommenzahl auf, so ist der größte Selektionseffekt bei Berücksichtigung des  $pH_1$ -wertes zu erwarten. Es folgen der Helligkeitswert der Schinkenmuskulatur, die Flüssigkeitsfläche der Preßprobe und der Rigorwert am Kotelett (Tab. 3). Der niedrigere  $h^2$ -Wert bei den drei letzt genannten Merkmalen kann dadurch bedingt sein, daß sich hier nur 3 bzw. 4 Stufen abzeichnen, während beim pH-Wert von 5 Stufen ausgegangen wurde. Das würde bedeuten, daß der Erblichkeitsgrad des  $pH_1$ -wertes bei ausschließlicher Berücksichtigung exsudativer Fleischbeschaffenheit etwa auf das Niveau der anderen Merkmale einzustufen wäre. Die hier gefundenen  $h^2$ -Werte stimmen recht gut mit vorliegenden Literaturangaben (ALLEN et.al. 1966, DUNIEC et. al. 1961, PEASE, SMITH 1965, JONSSON 1963, SCHEPER, SCHÖN 1969, WENIGER et.al. 1967) überein.

#### Zusammenfassung

An 356 Mastschweinen aus 30 väterlichen und 90 mütterlichen Nachkommen-  
gruppen wurde geprüft, in welchem Umfange exsudatives Schweinefleisch  
eine genetische Grundlage hat. Als Kriterien zur Beurteilung des  
blassen, wässrigen und weichen Schweinefleisches wurde der pH-Wert,  
das Safthaltevermögen, der Farbhelligkeitswert, die Fleischtemperatur,  
der Milchsäuregehalt und der Rigorzustand 45 - 55 Min. nach Schlacht-  
beginn herangezogen.

Eine Prüfung innerhalb der väterlichen Nachkommengruppen, bei der nur die für die Beurteilung des exsudativen Fleisches bedeutenden Merkmalsbereiche berücksichtigt sind, läßt erkennen, daß in einigen Nachkommengruppen diese Merkmalsbereiche gehäuft auftreten, während sie bei anderen Nachkommengruppen fast vollständig fehlen. Eine varianzanalytische Prüfung weist aus, daß der auf väterliche und mütterliche Einflüsse zurückgehende Varianzanteil beim pH-Wert, der Milchsäuremenge, dem Safthaltevermögen und der Fleischtemperatur ca. 25 % und beim Helligkeitswert 12 - 14 % der Gesamtvarianz ausmachen. Die  $h^2$ -Werte sind bei Berücksichtigung des väterlichen Varianzanteils beim pH-Wert und der Milchsäuremenge am höchsten und bei der Fleischtemperatur und dem Rigorwert am niedrigsten.

#### Literatur

1. Allen, E., Forrest, J.C., Chapman, A.B., First, N., Bray, R.W., Briskey, E.J.: Phenotypie and genetic association between porcine muscle properties  
J. Anim. Sci. 25, 962 (1966)
2. Duniec, H., Kielanowski, J., Osinka, Z.: Heritability of chemical fat content in the loin muscle of baconers  
Anim. Prod. 3, 195 (1961)
3. Grau, R. und Hamm, R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch  
Fleischwirtschaft 4, 295 (1952)
4. Jonsson, P.: Danish pig progeny testing results  
Zeitschr. Tierzücht.u.Züchtungsbiol. 78, 205 (1963)
5. Pease, A.H.R., Smith, C.: A note on the heritability of muscle colour in pigs  
Anim. Prod. 7, 273 (1965)
6. Scheper, J.: Streuungsursachen und Erblichkeitsgrad der für die Beurteilung des exsudativen Schweinefleisches geeigneten Merkmale - Vorläufige Ergebnisse -  
Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung 1969 (i.Druck)
7. Scheper, J.: Sind Fütterung und Transport die Ursache einer unerwünschten Fleischbeschaffenheit - Maschinenschrift 1969

Tabelle 2: Anteil der Tiere (%), die unter bzw. über den angegebenen Bereich des jeweiligen Merkmals liegen

Vater Tiere	Kotelett						Schinken		
	pH	Fleisch- temp.	Helligkeits- werte	Rigor- wert	Milchsäure- menge	Safthalte- vermögen	pH	Helligkeits- wert	Rigor- wert
a) beschleunigter und stark beschleunigter pH-Abfall	<6,0 %	≥ 40 %	< 60 %	≥ 10 %	≥ 800 %	≥ 5,0 %	<6,0 %	<60 %	≥ 10 %
5 60	75,0	46,7	48,3	53,3	60,0	63,3	43,4	31,7	68,3
11 129	47,3	41,9	33,3	43,4	30,2	44,9	18,6	10,9	58,9
9 107	32,7	35,5	20,6	20,6	15,0	30,8	12,1	13,1	44,9
5 60	5,0	23,3	3,3	18,3	5,0	21,7	3,3	10,0	36,7
b) stark beschleunigter pH-Abfall	<5,6 %	≥ 41 %	< 40 %	≥ 11 %	≥ 1000 %	≥ 7,0 %	<5,6 %	< 40 %	≥ 12 %
7 81	32,1	19,7	16,0	16,0	16,0	23,4	13,6	7,4	32,1
16 191	9,9	11,5	11,0	18,8	7,3	17,3	4,2	1,6	28,3
7 84	0	4,8	0	13,1	1,2	8,3	0	1,3	21,4

Tabelle 3: Streuungsursachen und Erblichkeitsgrad verschiedener Merkmale der Fleischbeschaffenheit 1 Std. p.m.

Merkmal	Teilstück	2 6	Anteil an der Gesamtstreuung				2 h <sub>v</sub>
			Zeit %	Vater %	Mutter %	Rest %	
pH	Kotelett	0,1952	-	19,5	6,3	74,2	0,78
	Schinken	0,2194	-	19,3	9,4	71,3	0,77
Rigor	Kotelett	4,43	-	11,4	11,2	77,4	0,46
	Schinken	6,97	-	4,3	12,3	83,4	0,17
Güfo	Kotelett	310	0,4	5,0	6,8	87,8	0,20
	Schinken	119	3,8	14,5	0,1	81,6	0,58
Temperatur	Kotelett	1,51	1,3	4,6	21,1	73,0	0,18
Milchsäure	Kotelett	71568	-	25,6	-	74,4	1,02
Flüssigkeits- fläche	Kotelett	3,54	-	12,8	13,6	73,6	0,51

8. Scheper, J., Schön, L.: Untersuchungen über die Fleischschweinzucht in der BRD. VII. Mitt.: Heritabilitätsschätzungen sowie phänotypische und genetische Korrelationen innerhalb der Mastprüfanstalten  
Fleischwirtschaft 49, 78 (1969)
9. Schweiger, A., Günther, H.: Chemische und enzymatische Milchsäurebestimmung im Fleisch  
Zeitschr.f. analytische Chemie 212, 187 (1965)
10. Weniger, J.H., Steinhuf, P., Glodeck, P., Weiss, F.K.: Einige Merkmale der Fleischbeschaffenheit beim Schwein, ihre Erbllichkeit, ihre Beziehungen zu anderen Leistungseigenschaften und ihre Abhängigkeit von der Witterung  
Züchtungskunde 39, 332 (1967)

Tabelle 1: Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung (s) und Anteil (%) im extremen Merkmalsbereich

Merkmal Teilstück	n	$\bar{x}$	s	davon im		
				Merkmals- bereich %	Merkmals- bereich %	Merkmals- bereich %
<u>pH<sub>1</sub></u> , Einheiten				< 5,6	5,6-5,8	5,8-6,0
Kotelett	356	6,13	0,44	12,9	17,1	7,0
Schinken	351	6,44	0,47	5,4	6,0	7,4
<u>Rigor<sub>1</sub></u> , Teilstriche				10-11	12-13	14-15
Kotelett	356	8,7	2,11	27,5	6,5	-
Schinken	356	10,0	2,64	25,3	21,6	5,6
<u>Göfo<sub>1</sub></u> , Einheiten				1-39	40-49	50-59
Kotelett	356	66	17,6	10,4	6,5	10,1
Schinken	351	68	10,9	2,8	3,4	9,0
<u>Fleischtemperatur<sub>1</sub></u> , °C				40	41	42
Kotelett	355	39,1	1,2	25,9	9,6	2,3
<u>Milchsäuremenge<sub>1</sub></u> , mg/100 g Fleisch				800-899	900-999	≥ 1000
Kotelett	341	619	267	10,3	9,4	8,2
<u>Safthaltevermögen<sub>1</sub></u> , cm <sup>2</sup>				5.0-6.9	7.0-8.9	≥ 9.0
Kotelett	351	4,7	1,88	10,3	4,6	2,0