

# Nutztiere

## Schweinefleischqualität - Einfluss des glykolytischen Potenzials

Giuseppe Bee<sup>1</sup>, Daniel Schwörer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere, CH-1725 Posieux; <sup>2</sup>Suisag Mast- und Schlachtleistungsprüfstation (MLP), CH-6204 Sempach

Auskünfte: Giuseppe Bee, E-mail: giuseppe.bee@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 72 22

### Zusammenfassung

Für das Schweinefleisch sind Merkmale wie Farbe und Saffthaltevermögen von grosser Bedeutung. Diese werden unter anderem durch das glykolytische Potenzial (GP) des Muskelgewebes bestimmt. Das GP ist ein Mass zur Schätzung des Potenzials des Muskelgewebes zur Bildung von Lactat *post mortem*. Weisse Muskeln weisen ein höheres GP auf als rote. In dieser Studie wurde untersucht, ob Tiere dreier in der Schweiz eingesetzter Rassen (Schweizer Landrasse: SL; Edelschwein: ES; Duroc: DU) sich hinsichtlich des GP eines weissen (langer Rückenmuskel: LD) und roten Muskels (*Serratus ventralis*: SV) unterscheiden. Im SV war der pH 24 Stunden *post mortem* ( $pH_u = 5.6$ ) unabhängig von der Rasse und des Geschlechts um 0.1 Einheiten signifikant höher als im LD. Der  $pH_u$  des LD bei den DU Tieren ( $pH_u = 5.5$ ) war höher als bei den beiden anderen Rassen ( $pH_u = 5.4$ ;  $P = 0.02$ ). Trotz dieser Unterschiede im  $pH_u$  war das GP innerhalb des Muskels nicht verschieden. Das GP im SV war signifikant tiefer als im LD. Im LD schwankten die Werte zwischen 122.6 (DU) und 129.6  $\mu\text{mol/g}$  (SL) und im SV zwischen 106.5 (DU) und 113.6  $\mu\text{mol/g}$  (SL). Erwartungsgemäss traten signifikant negative Korrelationen zwischen dem  $pH_u$  und dem GP auf (LD:  $r = -0.39$ ; SV:  $r = -0.47$ ). In einer weiteren Studie wurde der Einfluss des GP von Tieren der Rasse ES auf die Farbhelligkeit und das Wasserhaltevermögen des LD und des Semitendinosus Muskels (ST: dunkler Teil) untersucht. Im ST ist das GP signifikant mit der Farbhelligkeit ( $r = 0.52$ ) sowie dem Wasserhaltevermögen ( $r = 0.77$ ) korreliert. Bei abnehmendem GP des Muskels wird das Fleisch dunkler und verliert weniger Wasser. Überraschenderweise traten im LD keine signifikanten Beziehungen auf, obwohl auch in diesem Muskel die Tropfsaftverluste bei abnehmendem GP tendenzmässig geringer ausfielen.

Die Farbe und das Wasserhaltevermögen sind wichtige Qualitätsmerkmale von frischem Schweinefleisch. Sie beeinflussen das Aussehen des Produktes, bestimmen dessen Attraktivität für den Konsumenten und sind somit massgebend für den Kaufentscheid. Bei der Fleischreifung, stehen die Fleischfarbe und das Saffthaltevermögen unter dem Einfluss biochemischer Prozesse, die ihrerseits durch das Absinken des Säuregrades (pH) und der Temperatur des Muskels bestimmt werden. Die Wichtigkeit des Abfalls des Muskel pH *post mortem* für die Schweinefleischqualität wurde schon sehr früh erkannt. Üblicherweise werden zur Beschreibung des pH-Verlaufs zwei Messungen durchgeführt. Die

Bestimmung des pH-Wertes wird einerseits innerhalb der ersten Stunde ( $pH_i$ ) beziehungsweise 24 Stunden nach der Schlachtung ( $pH_u$ ) durchgeführt. Der  $pH_i$  gibt Auskunft über die Geschwindigkeit des Absinkens kurz nach der Schlachtung und der  $pH_u$  über das Ausmass des Absinkens. Der bekannte Fleischfehler PSE (pale [*hell*], soft [*schlaff*], exudative [*wässrig*]) ist auf ein zu rasches ( $pH_i < 5.6$ ) Absinken des pH *post mortem* zurückzuführen. Im Gegensatz dazu lässt sich bei DFD (dark [*dunkel*], firm [*fest*], dry [*trocken*]), dem anderen bekannten Fleischfehler von Schweinefleisch, ein zu geringes Absinken des pH-Wertes ( $pH_u \geq 6.2$ ) während der Fleischreifung feststellen.

Monin und Sellier (1985a) wiesen in Untersuchungen bei der Rasse *Hampshire* eine andere Ursache für das schlechte Wasserhaltevermögen und die blasser Fleischfarbe nach. Sie stellten fest, dass obwohl bei den *Hampshire* der Abfall des Muskel pHs *post mortem* normal verläuft, der  $pH_u$  tief und das Fleisch von geringer Qualität (hohe Kochverluste) ist. Der sogenannte «*Hampshire Effekt*» (Monin *et al.*, 1984) oder die allgemeinere Bezeichnung des «*acid meat*» (saurer Fleisch) (Naveau, 1986) wurde dem hohen glykolytischen Potenzial (GP), einem Mass für die Kapazität des Muskelgewebes zur Glykolyse *post mortem*, zugeschrieben. Das hohe GP bei den Tieren der Rasse *Hampshire* wird durch eine Anreicherung an Glykogen im Muskel verursacht, Glykogen das nach der Schlachtung zu Lactat umgewandelt wird und somit zu einem tiefen  $pH_u$  führt. Für das hohe GP ist ein dominantes Gen – bekannt unter dem Namen *Rendement Napole* (RN) – verantwortlich, das hauptsächlich in Schweinepopulationen mit *Hampshire* Vorfahren in Schweden, Frankreich und den U.S.A. auftritt.

Wie am Beispiel der Rasse *Hampshire* angedeutet, spielt somit das GP beziehungsweise der Glykogengehalt des Muskelgewebes für die sensorische und technologische Qualität des Schweinefleisches eine bedeutende Rolle. Nachfolgend soll anhand von Ergebnissen aus Untersuchungen, die an der RAP (Eidgenössische Forschungsan-

stalt für Nutztiere Posieux) und in Zusammenarbeit mit der MLP Sempach (Mast- und Schlachtleistungsprüfstation) durchgeführt wurden, aufgezeigt werden, welche Zusammenhänge zwischen dem GP und der Fleischqualität bestehen, ob sich das GP zwischen den in der Schweiz verwendeten Schweinerassen unterscheidet und wie gross die Streuung innerhalb dieser Rassen ist.

### Was ist das glykolytische Potenzial – GP

Glykogen, ein Polymer aus Glucoseeinheiten, ist das wichtigste Speicherkohlenhydrat des Muskels. Braucht der Muskel Energie, wird Glykogen hydrolysiert, das heisst in die Glucose-Einheiten aufgespalten (Glykogenolyse). In einem zweiten Schritt wird Glucose zu Lactat umgewandelt (Glykolyse) und dabei Energie (ATP) gewonnen. Im lebenden Gewebe wird Lactat zur Leber transportiert und weiter abgebaut. Nach der Schlachtung ist dieser Weg über die Leber unterbunden und eine Anreicherung findet statt. Dies bewirkt die Ansäuerung des Muskelgewebes und hat ein Absinken des pH Wertes von 7.0 (bei der Betäubung) auf 5.5 – 5.9 während der darauffolgenden 15 – 20 Stunden zur Folge. Charpentier (1968) hat im Muskelgewebe die Konzentrationsänderungen der massgeblichen Metaboliten der anaeroben Glykolyse (Glykogen; Glucose; Glucose-6-phosphat; Fructose-6-phosphat; Fructose 1,6-diphosphat; Pyruvat; Lactat) beschrieben. Dabei zeigte sich, dass

- während der anaeroben Glykolyse die Summe der Konzentrationen an Glykogen, Zuckern und Lactat konstant bleibt.

- während der anaeroben Glykolyse die Konzentration an Fructose-6-phosphat, Fructose 1,6-diphosphat und Pyruvat nicht zunimmt und die Konzentration im Gewebe sehr gering ist.

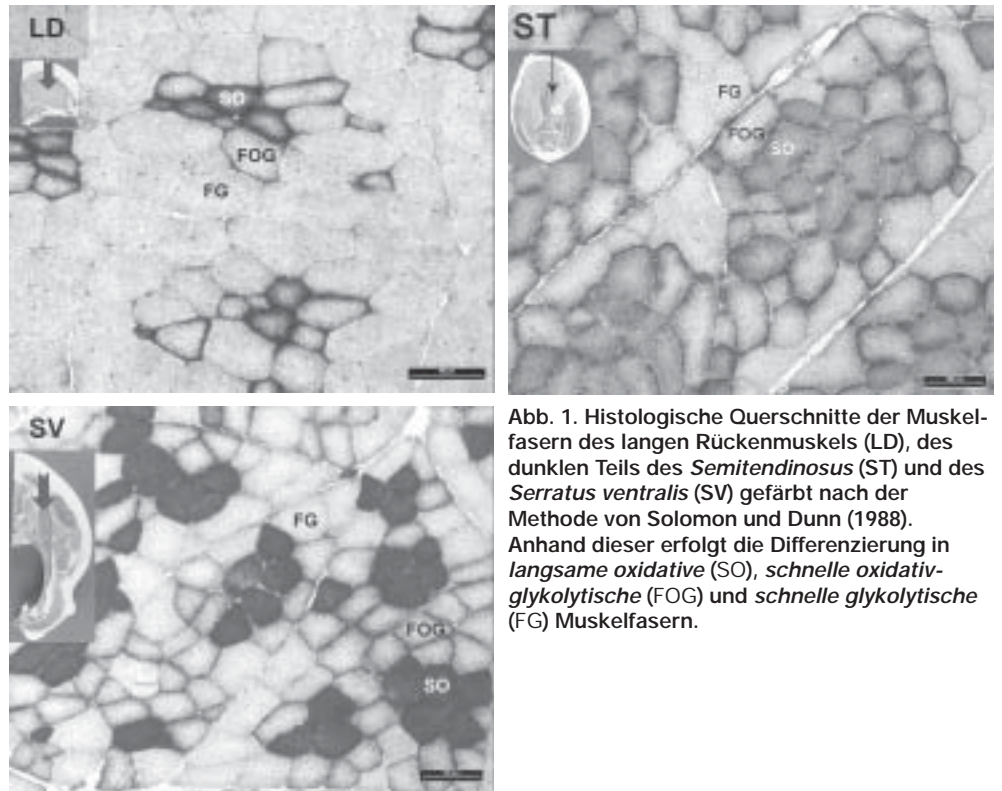


Abb. 1. Histologische Querschnitte der Muskelfasern des langen Rückenmuskels (LD), des dunklen Teils des *Semitendinosus* (ST) und des *Serratus ventralis* (SV) gefärbt nach der Methode von Solomon und Dunn (1988). Anhand dieser erfolgt die Differenzierung in *langsame oxidative* (SO), *schnelle oxidativ-glykolytische* (FOG) und *schnelle glykolytische* (FG) Muskelfasern.

Somit spielen für die Summe der Konzentrationen neben dem Substrat Glykogen und dem Endprodukt Lactat, die Zwischenprodukte Glucose und Glucose-6-phosphat eine massgebliche Rolle. Basierend auf diesen Erkenntnissen haben Monin und Sellier (1985b) das GP als Masseinheit eingeführt. Das GP erlaubt eine Schätzung der im Muskelgewebe vorhandenen relevanten Metabolite, die bei der Umwandlung von Glykogen zu Lactat vorhanden sind. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Gewebe kurz nach der Schlachtung oder erst 24 Stunden post mortem genommen wird (Maribo *et al.*, 1999). Das GP wird in  $\mu\text{mol pro g}$  frischen Muskelgewebes ausgedrückt und berechnet sich folgendermassen:

$$\text{GP} = 2 \times ([\text{Glykogen}] + [\text{Glucose}] + [\text{Glucose-6-phosphat}]) + \text{Lactat}$$

### Unterschiede zwischen Muskeln

Muskeln bestehen aus Muskelfasern, die sich bezüglich ihres Stoffwechsels und der Kontrak-

tionsgeschwindigkeit in drei Hauptklassen unterteilen lassen: *langsame oxidative* (SO), *schnelle oxidativ-glykolytische* (FOG) und *schnelle glykolytische* Muskelfasern (FG) (Abbildung 1). Alle drei Typen treten in einem Muskel gemeinsam auf, wobei der prozentuale Anteil der einzelnen Muskelfasertypen zwischen den Muskeln unterschiedlich ist. Die Verteilung der Muskelfasern innerhalb eines Muskels hängt von verschiedenen Faktoren ab (Funktion des Muskels, Alter des Tieres).

Bedingt durch diese Unterschiede ist das GP zwischen Muskelgruppen deutlich verschieden. Das GP in «glykolytischen» Muskeln (langer Rückenmuskel; hoher Anteil an schnellen glykolytischen Muskelfasern) kann bis um das Zweifache höher liegen als in «oxidativen» Muskeln (Muskeln im Halsbereich; hoher Anteil an langsamen oxidativen Muskelfasern). In schnellen glykolytischen Muskelfasern wird mehr Glykogen eingelagert als in den langsa-

men oxidativen (Wittmann *et al.*, 1994; Fernandez *et al.*, 1995). Die GP zwischen den verschiedenen Muskeln innerhalb eines Tieres sind korreliert. Wenn Muskeln mit einer ähnlichen Zusammensetzung verglichen werden, besteht eine enge Beziehung im GP ( $r = 0.75$ ). Die Korrelation ist aber deutlich geringer ( $r = 0.40$ ) zwischen oxidativen und glykolytischen Muskeln (Larzul *et al.*, 1998).

### Einfluss der Rasse

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde geprüft, ob sich das GP zweier Muskeln von drei an der MLP-Sempach geprüften Schweinerassen unterscheidet. Die Muskelproben wurden bei der Zerlegung – 24 Stunden post mortem – von insgesamt 160 Tieren der Rasse Schweizer Landschwein (SL: 15 Kastraten; 19 weibliche Tiere), Edelschwein (ES: 57 Kastraten; 52 weibliche Tiere), und Duroc (DU: 10 Kastraten; 7 weibliche Tiere) gesammelt. Es wurden dabei Pro-

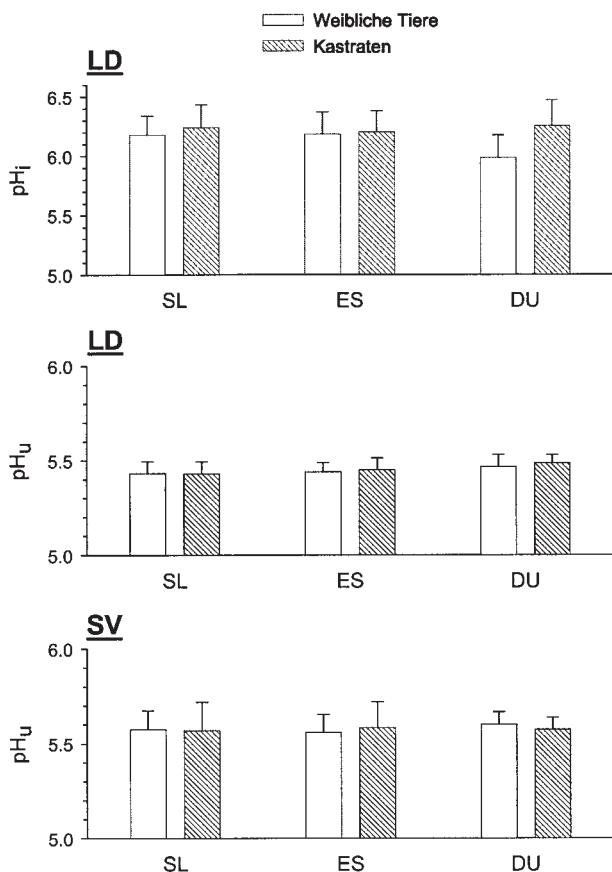
ben aus dem LD sowie Serratus ventralis (SV: Ansatzstelle der ausgebrochenen Schulter) entnommen. Diese beiden Muskeln wurden deshalb gewählt, weil sie sich in der Muskelfaserzusammensetzung deutlich voneinander unterscheiden. So kann der LD als weisser glykolytischer (Anteil schneller glykolytischer Fasern: ~ 80 %), der SV als roter oxidativer Muskel (Anteil an oxidativen Fasern: ~ 60 %) bezeichnet werden. Bedingt durch die unterschiedliche Zusammensetzung ist im SV ( $pH_u = 5.6$ ) unabhängig von der Rasse und des Geschlechts der  $pH_u$  um 0.1 Einheiten signifikant höher als im LD ( $pH_u = 5.5$ ) (Abbildung 2). Der  $pH_u$  des LD der Tiere der Rasse DU ( $pH_u = 5.5$ ) war höher als bei den beiden anderen Rassen ( $pH_u = 5.4$ ;  $P = 0.02$ ). Im SV traten keine Unterschiede zwischen den Rassen und dem Geschlecht auf. Zwischen den Rassen bestand kein signifikanter Unterschied im  $pH_i$ . Die weiblichen Tiere ( $pH_i = 6.2$ ) hatten aber einen signifikant tieferen  $pH_i$  als die Kastraten ( $pH_i = 6.1$ ). In den untersuchten Tieren traten keine Fälle von DFD oder PSE auf. Die Ergebnisse zeigen, dass trotz der signifikanten Unterschiede die  $pH$ -Werte im normalen Bereich lagen.

Aus der Abbildung 3 wird ersichtlich, dass das GP innerhalb Muskeln der drei Rassen vergleichbar ist. Im LD schwankte das GP im Mittel zwischen 122.6 (DU) und 129.6  $\mu\text{mol/g}$  (SL) und im SV zwischen 106.5 (DU) und 113.6  $\mu\text{mol/g}$  (SL). Im SV, nicht aber im LD der weiblichen Tiere (104.0  $\mu\text{mol/g}$ ), war das GP signifikant tiefer als bei den Kastraten (116.2  $\mu\text{mol/g}$ ). Aus Tabelle 1 wird ersichtlich, dass keine phänotypischen Korrelationen zwischen dem GP im LD und SV sowie Merkmale der Mast- und Schlachtleistung bestehen. Bezogen auf die beiden untersuch-

ten Muskeln scheint also weder die Wachstumsgeschwindigkeit noch die Fleischigkeit des Schlachtkörpers das Vermögen, Glykogen einzulagern, zu beeinflussen. Unsere Ergebnisse hinsichtlich der Beziehung zwischen der Mastleistung und dem GP decken sich mit denen ausländischer Untersuchungen (Roy *et al.*, 1994; Larzul *et al.*, 1998). Die gleichen Autoren wiesen aber im Gegensatz zu den vorliegenden Resultaten signifikante, wenn auch geringe positive Beziehungen ( $r = 0.10 - 0.25$ ) zwischen den Merkmalen der Schlachtleistung (Fleischigkeit, Fleisch:Fett Verhältnis) und dem GP nach.

Erwartungsgemäss bestehen zwischen den im LD beziehungsweise SV gemessenen  $pH_u$ -Werten signifikante negative Korrelationen zum GP (LD:  $r = -0.39$ ; SV:  $r = -0.47$ ). Im Gegensatz dazu scheint der  $pH_i$  nicht vom GP abhängig zu sein. Die aufgezeigten phänotypischen Korrelationen basieren auf der Annahme, dass zwischen dem  $pH_u$  und dem GP die Beziehung linear verläuft. In der Abbildung 4 sind der  $pH_u$  und das GP getrennt für die beiden Muskeln graphisch dargestellt. Im LD nimmt mit ansteigendem GP der  $pH_u$  linear ab. Im Gegensatz dazu besteht im SV eine kurvilineare Beziehung zwischen den beiden Merkmalen. Bei  $pH_u$  Werten um 5.5 und einem GP von 110  $\mu\text{mol/g}$  sinkt der pH trotz höherem GP nicht weiter ab. Diese Befunde decken sich mit denen ausländischer Untersuchungen (Przybylski *et al.*, 1994; Larzul, 1997) und zeigen, dass der Abfall des Fleisch-pHs in einem gewissen Bereich des GP linear verläuft, dann aber bei höherem GP kaum mehr beeinflusst wird. Zwischen verschiedenen Studien gibt es Unterschiede im Schwellenwert des GPs, bei dem der  $pH_u$  nicht mehr beeinflusst wird (Przybylski *et*

Abb. 2.  $pH$ -Werte im langen Rückenmuskel (LD) gemessen 45 Minuten ( $pH_i$ ), 24 Stunden ( $pH_u$ ) und im Serratus ventralis (SV) 24 Stunden nach der Schlachtung, getrennt für Kastraten und weibliche Tiere der Rassen Schweizer Landrasse (SL), Edelschwein (ES) und Duroc (DU).





al., 1994; Larzul, 1997). In weissen Muskeln wurden Werte zwischen 140 - 170  $\mu\text{mol/g}$ , in roten Muskeln Werte im Bereich zwischen 90 - 100  $\mu\text{mol/g}$  gefunden (Larzul *et al.*, 1998).

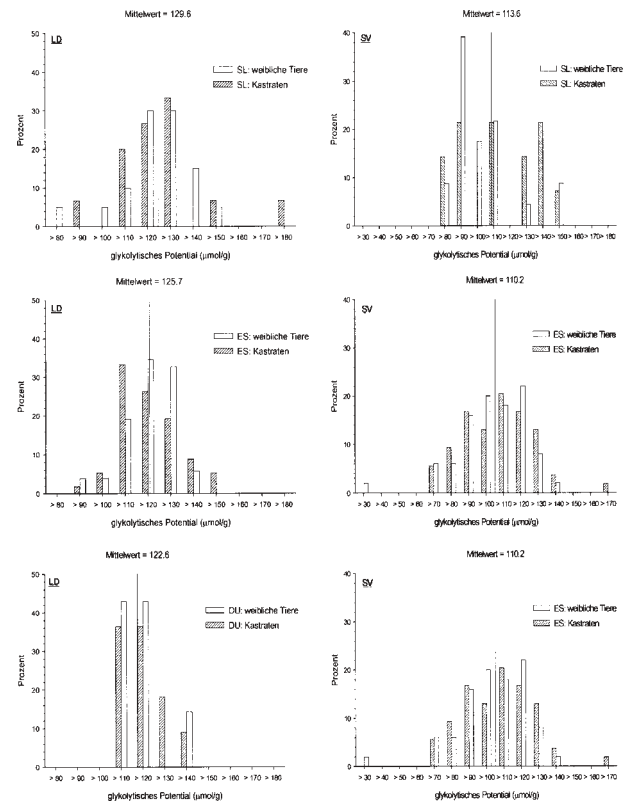
Abschliessend kann man sagen, dass die Unterschiede zwischen den untersuchten Rassen sehr gering sind. Unsere Ergebnisse decken sich mit denen französischer Untersuchungen, die zeigen, dass das GP europäischer Rassen (Edelschwein, Landrasse, Piétrain) ähnlich ist (Sellier *et al.*, 1988; Monin und Sellier, 1985a). Mit Sicherheit steht fest, dass das GP nicht so hoch ist wie bei der Rasse Hampshire. Zudem wurde keine zweigipflige Verteilung des GP, wie dies in Schweinepopulationen, in denen das RN Gen vorhanden ist, festgestellt (Larzul *et al.*, 1998). Somit ist auszuschliessen, dass in der Schweizer Schweinepopulation das RN Gen vorhanden ist. Der Schwellenwert von  $> 180 \mu\text{mol/g}$ , der benutzt wird, um Träger von Nicht-trägern des RN Gens zu trennen, wurde in der vorliegenden Studie nicht überschritten.

### **Einfluss des GP auf die Fleischqualität**

Qualitätseigenschaften von Schweinefleisch (Kochverluste, Fleischfarbe, Safthaltevermögen), die mit dem  $\text{pH}_u$  eng verbunden sind, stehen erwartungsgemäss ebenfalls mit dem GP in Beziehung. Nachfolgend sind Ergebnisse aus Versuchen an der RAP dargestellt, in denen neben dem GP auch die Fleischfarbe und die Tropfsaftverluste gemessen wurden. Die Untersuchungen wurden mit Tieren der Rasse ES durchgeführt, die bei einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 105 kg geschlachtet wurden. Dabei wurde neben dem LD auch ein Muskel aus dem Schinken (*Semitendinosus*) analysiert. Der *Semitendinosus* weist eine helle sowie eine dunkle Hälfte auf (Abbildung 1). Der

dunkle Teil des *Semitendinosus* besteht aus zirka 60 % oxidativen Muskelfasern (SO und FOG). In Abbildung 5 und 6 sind, getrennt für die beiden untersuchten Muskeln, die Beziehungen zwischen dem GP, der Farbhelligkeit und dem Tropfsaftverlust graphisch dargestellt. Im *Semitendinosus* ist der GP eng mit der Farbhelligkeit ( $r = 0.52$ ) sowie dem Wasserhaltevermögen ( $r = 0.77$ ) korreliert. Mit ansteigendem GP wird das Fleisch heller (höhere  $L^*$  Werte) und höhere Tropfsaftverluste treten auf. Überraschenderweise und im Gegensatz zu ausländischen Studien (Sellier *et al.*, 1988; Gubelez *et al.*, 1993; Lundström *et al.*, 1996), traten im LD keine signifikanten Beziehungen auf, obwohl auch in diesem Muskel die Tropfsaftverluste mit ansteigendem GP tendenziell zunehmen.

Es stellt sich die Frage, weshalb diese Beziehungen zwischen Fleischfarbe, Wasserhaltevermögen und dem GP bestehen. Zwei mögliche Wirkungsmechanismen werden diskutiert.



Wasser im Muskel ist sowohl an Glykogen als auch an das Protein gebunden (2–4 g Wasser/g Glykogen oder Protein). Demzufolge ist bei Tieren, die eine hohe Glykogenkonzentration im Muskel aufweisen, mehr Wasser an

**Abb. 3.** Verteilung des glykolytischen Potenzials im langen Rückenmuskel (LD) und *Serratus ventralis* (SV), getrennt für weibliche Tiere und Kastraten der Rassen Schweizer Landrasse (SL), Edelschwein (ES) und Duroc (DU).

**Tab. 1.** Phänotypische Korrelationen zwischen dem glykolytischen Potenzial (GP) des langen Rückenmuskels (LD) und des *Serratus ventralis* (SV) sowie den Parametern der Mast- und Schlachtleistung<sup>1</sup>

	GP	
	LD	SV
Masttageszunahmen	-0,05 (0,47)	-0,03 (0,68)
Futterverwertung	-0,02 (0,78)	-0,04 (0,62)
Anteil wertvolle Fleischstücke	-0,08 (0,30)	-0,11 (0,19)
Auflagefett	-0,08 (0,31)	-0,05 (0,52)
Intramuskulärer Fettgehalt	-0,12 (0,13)	-0,06 (0,44)
Fleischbeschaffenheit	<b>-0,15 (0,05)</b>	-0,04 (0,65)
$\text{pH}_i^2$ im LD	-0,11 (0,16)	-0,05 (0,52)
$\text{pH}_u^3$ im LD	<b>-0,39 (&lt; 0,001)</b>	<b>-0,19 (0,02)</b>
$\text{pH}_u^3$ im SV	<b>-0,32 (&lt; 0,001)</b>	<b>-0,47 (&lt; 0,001)</b>
GP <sup>4</sup> im LD		<b>0,35 (&lt; 0,001)</b>

<sup>1</sup> Pearson Korrelationskoeffizienten und in Klammern *P* - Werte. Signifikante Korrelationen ( $P < 0.05$ ) sind fett markiert.

<sup>2</sup>  $\text{pH}_i$ : pH Wert gemessen 45 Minuten post mortem.

<sup>3</sup>  $\text{pH}_u$ : pH Wert gemessen 24 Stunden post mortem.

<sup>4</sup> GP: glykolytisches Potenzial in  $\mu\text{mol/g}$  Muskelgewebe berechnet gemäss der Formel:  $\text{GP} = 2 \times ([\text{Glykogen}] + [\text{Glucose}] + [\text{Glucose-6-phosphat}] + \text{Lactat})$ .

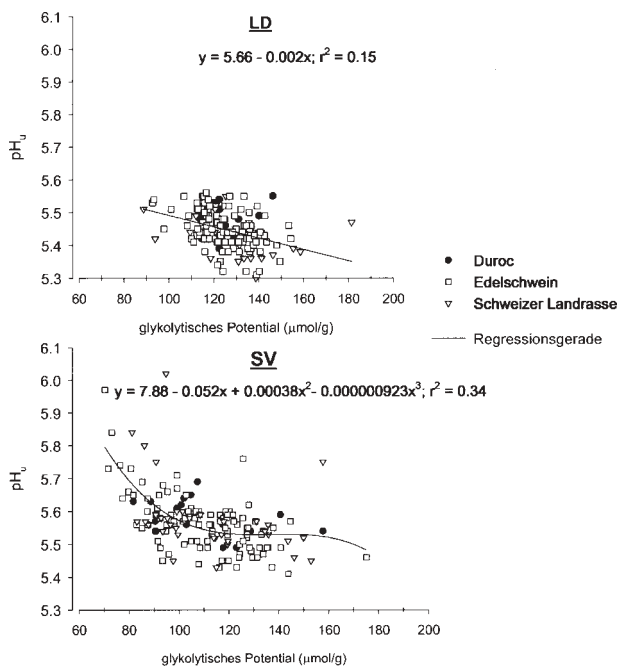


Abb. 4. Beziehung zwischen dem glykolytischen Potenzial und dem pH-Wert gemessen 24 Stunden *post mortem* (pH<sub>u</sub>) und im langen Rückenmuskel (LD) und im Serratus ventralis (SV).

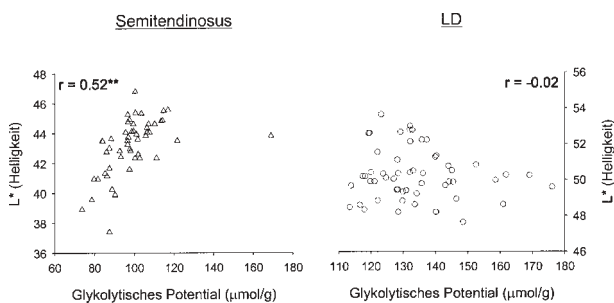


Abb. 5. Beziehung zwischen dem glykolytischen Potenzial und der Farbhelligkeit (L\*) im Schinken (Semitendinosus; roter Teil) und im langen Rückenmuskel (LD). \*\*:  $P < 0.01$ .

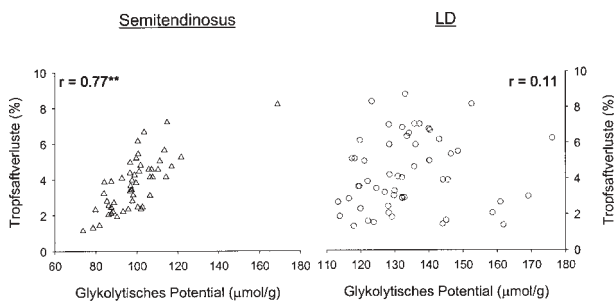


Abb. 6. Beziehung zwischen dem glykolytischen Potenzial und dem Tropfsaftverlust im Schinken (Semitendinosus; roter Teil) und im langen Rückenmuskel (LD). \*\*:  $P < 0.01$ .

Glykogen gebunden. Bei der nach der Schlachtung einsetzenden anaeroben Glykolyse wird dieses Wasser freigesetzt, was zu erhöhten Tropfsaftverlusten führen kann. Zudem führt der tiefe pH<sub>u</sub> zu einer Verringerung des intramyofibrillären Raums (Raum zwischen den Muskelfasern), in dem sich das Wasser befindet. Ferner hat sich gezeigt, dass mit ansteigendem GP der Anteil an Glykogen, das nicht zu Lactat umgewandelt wird, zunimmt. Die bei einem hohen GP beobachteten höheren Kochverluste können deshalb einerseits auf das allgemein geringere Wasserhaltevermögen und andererseits auf die Freisetzung von Wasser beim Abbau des restlichen Glykogens beim Kochen zurückgeführt werden.

### Ausblick

Kann über die Fütterung kurz vor der Schlachtung die Einlagerung an Glykogen im Muskel beeinflusst werden? Die Ergebnisse älterer wie auch neuerer Studien sind widersprüchlich (Sayre *et al.*, 1963; Fernandez *et al.*, 1992; d'Souza *et al.*, 1998; Rosenfold *et al.*, 2001a; Rosenfold *et al.*, 2001b). Die Ziele neuerer Untersuchungen gehen dahin, den pH<sub>u</sub> im Muskelgewebe nicht zu tief fallen zu lassen, was mit der Reduzierung des Glykogengehaltes im Muskelgewebe bei der Schlachtung einhergeht, um positiv auf die Tropfsaftverluste wie auch die Fleischfarbe Einfluss nehmen zu können. Es gibt zudem Hinweise, dass bei höheren pH<sub>u</sub> Werten, die Oxidationsstabilität des Schweinefleisches verbessert wird (Juncher *et al.*, 2001). An der RAP werden zurzeit ebenfalls Untersuchungen durchgeführt, um diese Zusammenhänge aufzeigen zu können.

### Literatur

■ Charpentier J., 1968. Breakdown of glycogen *post mortem* in longissimus dorsi muscle of pigs. *Ann. Zoo-techn.* **17**, 429-443.

■ d'Souza D. N., Warner R. D., Leury B. J. and Dunshea F. R., 1998. The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality. *J. Anim. Sci.* **76**, 104-109.

■ Fernandez X., Tornberg E., Magard M. and Goransson L., 1992. Effect of feeding a high level of sugar in the diet for the last 12 days before slaughter on muscle glycolytic potential and meat quality traits in pigs. *J. Sci. Food Agric.* **60**, 135-138.

■ Fernandez X., Meunier-Salaun M. C., Ecolan P. and Mormède P., 1995. Interactive effect of food deprivation and agonistic behavior on blood parameters and muscle glycogen in pigs. *Physiol. Behav.* **58**, 337-345.

■ Gubelez R., Sellier P., Fernandez X. and Runavot J. P., 1993. Comparaison des caractéristiques physico-chimiques et technologiques des tissus maigre et gras de trois races porcines françaises (Large White, Landrace Français et Piétrain). *Journées Rech. Porcine en France* **25**, 5-12.

■ Juncher D., Ronn B., Mortensen E. T., Henckel P., Karlsson A., Skibsted L. H. and Bertelsen G., 2001. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of pork. *Meat Sci.* **58**, 347-357.

■ Larzul, C. 1997. Variabilité génétique d'une mesure *in vivo* du potentiel glycolytique musculaire chez le porc. Relations avec les performances, les caractéristiques du muscle et la qualité technologique des viandes. Dissertation, INA-PG. p 119 + annexes.

■ Larzul C., Le Roy P., Monin G. et Sellier P., 1998. Variabilité génétique du potentiel glycolytique du muscle chez le porc. *Prod. Anim.* **11**, 183-187.

■ Lundström K., Andersson A. and Hansson I., 1996. Effect of the RN gene on technological and sensory meat quality in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire. *Meat Sci.* **42**, 145-153.

■ Maribo H., Støier S. and Jørgensen P. F., 1999. Procedure for determination of glycolytic potential in porcine *m. longissimus dorsi*. *Meat Sci.* **51**, 191-193.

- Monin G., Gruand J., Laborde D. and Sellier P., 1984. The Hampshire effect on meat quality in pigs. *Journées Rech. Porcine en France* **16**, 59-64.
- Monin G. and Sellier P., 1985a. Glycolytic potential, halothane sensitivity and meat quality in various pig breeds. *Evaluation and control of meat quality in pigs*. pp 447-458. Dordrecht; Netherlands.
- Monin G. and Sellier P., 1985b. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: the case of the Hampshire breed. *Meat Sci.* **13**, 49-63.
- Naveau J., 1986. A contribution to the study of the genetic-control of pig meat quality - heritability of the napole technological yield. *Ann. Zootech.* **35**, 305-305.
- Przybylski W., Vernin P. and Monin G., 1994. Relationship between glycolytic potential and ultimate pH in bovine, porcine and ovine muscles. *J. Muscle Foods* **5**, 245-255.
- Rosenvold K., Petersen J. S., Lærke H. N., Jensen S. K., Therkildsen M., Karlsson A. H., Moller H. S. and Andersen H. J., 2001a. Muscle glycogen stores and meat quality as affected by strategic finishing feeding of slaughter pigs. *J. Anim. Sci.* **79**, 382-391.
- Rosenvold K., Lærke H. N., Jensen S. K., Karlsson A. H., Lundström K. and Andersen H. J., 2001b. Strategic finishing feeding as a tool in the control of pork quality. *Meat Sci.* **59**, 397-406.
- Roy P. I., Przybylski W., Burlot T., Bazin C., Lagant H., Monin G. and Le Roy P., 1994. A study of relationships between glycolytic potential of muscle and production traits in the Laconie and Panshire lines. *Journées Rech. Porcine en France* **26**, 311-314.
- Sayre R. N., Briskey E. J. and Hoekstra W. G., 1963. Effect of excitement, fasting and sucrose feeding on porcine muscle phosphorylase and post mortem glycolysis. *J. Food Sci.* **28**, 472-477.
- Sellier P., Mejenes Q. A., Marinova P., Talmant A., Jacquet B. and Monin G., 1988. Meat quality as influenced by halothane sensitivity and ultimate pH in three porcine breeds. *Livest. Prod. Sci.* **18**, 171-86.
- Solomon M. B. and Dunn M. C., 1988. Simultaneous histochemical determination of three fiber types in single sections of ovine, bovine and porcine skeletal muscle. *J. Anim. Sci.* **66**, 255-264.
- Wittmann W., Ecolan P., Levasseur P. and Fernandez X., 1994. Fasting-induced glycogen depletion in different fibre types of red and white pig muscles-relationship with ultimate pH. *J. Sci. Food Agric.* **66**, 257-266.

## RÉSUMÉ

### Potentiel glycolytique du muscle - effet sur la qualité de la viande porcine

En viande porcine, la couleur et la capacité de rétention d'eau sont particulièrement importantes. Ces paramètres sont influencés entre autres par le potentiel glycolytique (PG) du muscle. Le PG est une mesure pour estimer le potentiel du muscle à former de l'acide lactique après l'abattage. Les muscles blancs ont un PG plus élevé que celui des muscles rouges. Dans cet essai, il a été étudié si le PG d'un muscle blanc (muscle long dorsal: **LD**) et d'un muscle rouge (*Serratus ventralis*: **SV**) est différent entre les trois races présentes en Suisse (Landrace: **LS**; Grand porc blanc: **GPB**; Duroc: **DU**). Dans le muscle SV, le pH 24 heures *post mortem* ( $pH_u = 5.6$ ) était supérieur à celui du muscle LD de 0.1 unité indépendamment de la race et du sexe. Le  $pH_u$  du muscle LD de la race DU ( $pH_u = 5.5$ ) était plus élevé que celui des deux autres races ( $pH_u = 5.4$ ;  $p = 0.02$ ). Malgré ces différences de  $pH_u$ , le PG n'était pas différent pour un même muscle. Le PG du SV était significativement moins élevé que celui du LD. Dans le muscle LD, les valeurs variaient entre 112.6 (DU) et 129.6  $\mu\text{mol/g}$  (LS) et dans le SV entre 106.5 (DU) et 113.6  $\mu\text{mol/g}$  (GPB). Comme prévu, des corrélations négatives et significatives sont apparues entre le  $pH_u$  et le PG (LD:  $r = -0.39$ ; SV:  $r = -0.47$ ). Dans un essai suivant, l'influence du PG sur la luminosité et le pouvoir de rétention d'eau a été étudiée chez les animaux de la race LS sur les muscles LD et semitendineux (ST: partie foncée). Dans le muscle ST, le PG était significativement corrélé avec la luminosité ( $r = 0.52$ ) et le pouvoir de rétention d'eau ( $r = 0.77$ ). Lorsque le PG diminue, la viande devient plus foncée et perd moins d'eau. De manière surprenante, ces relations n'étaient pas présentes de façon significative dans le muscle LD, même si les pertes d'exsudats avaient tendance à être plus faibles lors d'une diminution du PG.

## SUMMARY

### Glycolytic potential of the muscle - effect on pork quality

Color and water holding capacity are important quality parameters of pork. They are in part affected by the glycolytic potential (GP) of the muscle tissue. This trait refers to the *intra vitam* glycogen content of muscle and is defined as the potential of lactate production during post mortem glycolysis. Muscle GP depends on the muscle considered and is higher in white than in red muscles. A study was carried out to determine the GP in a white (*longissimus dorsi*: **LD**) and a red (*serratus ventralis*: **SV**) muscle of three breeds (Swiss Landrace: **SL**; Large White: **ES**; Duroc: **DU**) used in Switzerland. Independently of the breed and the sex, pH determined 24 h post mortem ( $pH_u$ ) was higher by 0.1 unit in the SV ( $pH_u = 5.6$ ) compared with the LD. DU had significantly higher  $pH_u$  (5.5) compared with animals of the other two breeds ( $pH_u = 5.4$ ;  $P = 0.02$ ). Regardless of these differences, GP within muscle did not differ between the breeds. GP of the SV was lower than in the LD ( $P < 0.05$ ) and varied in the LD and SV between 122.6 (DU) and 129.6  $\mu\text{mol/g}$  (SL) and 106.6 (DU) and 113.6  $\mu\text{mol/g}$  (SL), respectively. As expected GP and  $pH_u$  were significantly correlated (LD:  $r = -0.39$ ; SV:  $r = -0.47$ ). In an additional study with ES pigs, we studied the effects of the GP determined in the LD and dark part of the semitendinosus (ST) on the Minolta lightness ( $L^*$  score) and drip loss. Lightness ( $r = 0.52$ ) and drip loss ( $r = 0.77$ ) were positively correlated with the GP of the ST. With decreasing GP, meat was less pale and retained more water. Unexpectedly, in the LD no significant correlations were found, although the same tendency was seen for the water holding capacity as reported for the ST.

**Key word:** pig, breeds, glycolytic potential, meat quality