

Kurzbericht

Analyse von Schweinerückenspeck mittels Nahinfrarot-Spektroskopie

Martina Müller¹, Caspar Wenk² und Martin R.L. Scheeder³,

¹Schweizer Bauer, CH-3000 Bern

²Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, CH-8092 Zürich

³Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, CH-3052 Zollikofen und SUISAG, CH-6204 Sempach

Auskünfte: Martina Müller, E-Mail: martina.mueller@schweizerbauer.ch

In der Schweiz wurde die Fettzahl als Instrument zur Sicherung einer guten Schweinespeckqualität eingeführt. Die Fettzahl, ein unspezifisches Mass für die Anzahl Doppelbindungen im Fett, wird mit zunehmendem Anteil von ungesättigten Fettsäuren im Futter und mit abnehmendem Fettansatz der Schweine unerwünscht erhöht. Der Zielkonflikt zwischen hohem Fleischanteil und guter Fettqualität kann aber möglicherweise entschärft werden, wenn die Zusammensetzung des Rückenspeckes detaillierter und gleichsam schnell bestimmt werden kann. Mittels Nahinfrarot-Spektrometrie wird dies ermöglicht. Damit ist die Grundlage für ein differenziertes Konzept der Fettqualität von Schlachtschweinen gegeben.

Das Fettgewebe von Mastschweinen sollte eine feste Konsistenz, eine gute Oxidationsstabilität und einen geringen Wasseranteil aufweisen, um eine optimale Verarbeitungsqualität und Haltbarkeit zu gewährleisten (Prabucki 1991). Ausschlaggebend für Konsistenz und Oxidationsstabilität ist im Wesentlichen die Fettsäurezusammensetzung. Wenn der Anteil an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA, PUFA), d.h. Fettsäuren mit einer oder mehreren C=C Doppelbindungen, ansteigt und damit der Anteil an gesättigten Fettsäuren (SFA) sinkt, wird die Konsistenz weicher und in der Regel die Oxidationsanfälligkeit höher (Wenk *et al.* 1990). In der Schweiz hat sich die Ende der Achtzigerjahre von Professor Prabucki entwickelte und 1988 erstmalig am Schlachthof St. Gallen rou-

tinemässig eingesetzte Fettzahl - ein Mass für die Menge an Doppelbindungen im Fett des Rückenspeckes - als Qualitätskriterium etabliert. Die Fettzahl wurde eingeführt, weil die Fettqualität vieler Schlachtposten damals den Anforderungen der Abnehmer nicht genügte. Als von Prabucki festgelegter Grenzwert gilt seitdem die Fettzahl 62; Schlachtposten, deren Fettzahlen darüber liegen, werden mit Preisabzügen bestraft.

Die Fettzahl wird hauptsächlich von zwei Faktoren beeinflusst. Zum Einen sind Menge und Zusammensetzung des Futterfettes entscheidend. Ein erhöhter Anteil von ungesättigten Fettsäuren im Futter führt zu einem erhöhten Anteil dieser Fettsäuren im Fettgewebe des Schweins und damit zu einer erhöhten Fettzahl (Wenk und Prabucki 1990). Dabei werden PUFA zum Teil auf Kosten der MUFA eingelagert, während MUFA weitgehend SFA verdrängen, deren Anteil im wesentlichen die Konsistenz des Fettes bestimmt (Gläser *et al.* 2002). Der zweite Faktor, der die Fettzahl stark beeinflusst, ist der Fettansatz der Schweine. Je magerer ein Tier ist, desto höher ist der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Fett. Damit steigt die Fettzahl ebenfalls an (Wenk und Prabucki 1990) und es wird immer schwieriger, den Anforderungen an Fleischanteil und Fettqualität gerecht zu werden. Die Zucht auf immer fleischreichere und damit magerere Tiere hat das Problem der Fettzahl also verschärft.

Grenze der Fettzahl

Unter diesen Bedingungen kommt es verstärkt auf eine differenzierte Beurteilung der Fettqualität an. Die Fettzahl stösst dabei an Grenzen, da keine Aussage über den Anteil an Fettsäuretypen gemacht werden kann und Qualitätsmerkmale wie Oxidationsstabilität oder Konsistenz nur indirekt über die Menge an Doppelbin-

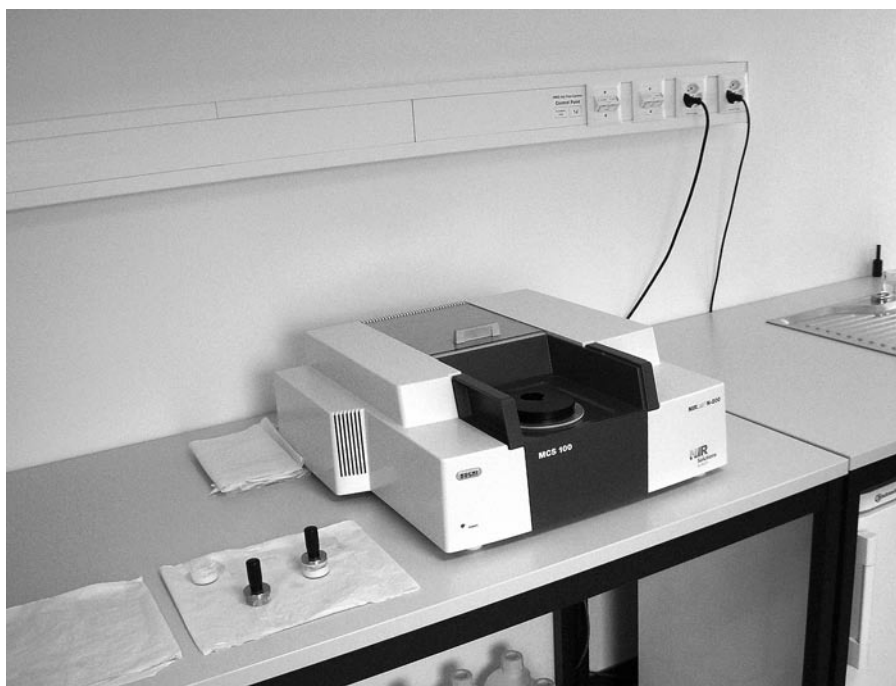


Abb. 1. Das zur Messung verwendete NIR-Gerät. Links vom Gerät sind die mit Schweineschmalz gefüllten Glasgefässe, wie sie zur Messung verwendet werden, zu sehen.

dungen gemessen werden. Für die Konsistenz ist vielmehr der Anteil an SFA bedeutend, während die Oxidationsstabilität wesentlich von dem Anteil an PUFA, insbesondere den hochgradig ungesättigten, langkettigen PUFA (LC-PUFA) abhängt (die z.B. in Fischölen einen hohen Anteil ausmachen). Demnach ist also eine detailliertere Bestimmung der Fettsäurenzusammensetzung erforderlich. Das Potenzial für eine schnelle und differenzierte Erfassung der Fettqualität bietet die Nahinfrarotreflektionsspektroskopie (NIR), eine leistungsfähige Schnellmethode, mit der auch die Fettzahl bestimmt werden kann. Mit der vorliegenden Untersuchung sollte nun geprüft werden, ob die Zusammensetzung und weitere Eigenschaften von Schweinespeck auch unter Praxisbedingungen mittels NIR gemessen werden können und damit Möglichkeiten für eine differenziertere Bewertung der Fettqualität gegeben sind.

NIR – leistungsfähige Schnellmethode

Die traditionelle Analyse der Fettzahl basiert auf einer Titration. Mittlerweile wird aber in zwei Labors der Schweiz die Fettzahl mittels NIR erfasst. Die dabei angewendete Nahinfrarotspektroskopie misst die Reflektion im Bereich von 800-2'500 nm. Einige Molekülgruppen absorbieren diese Strahlung in verschiedenen Wellenlängenbereichen unterschiedlich, so dass aus den erfassten Absorptionsspektren auf die chemische Zusammensetzung der gemessenen Substanz geschlossen werden kann. Dafür werden den Spektralwerten in einer entsprechenden Kalibrierung Referenzwerte gegenüber gestellt, die mit konventionellen chemischen Methoden gewonnen wurden. Mit einer chemometrischen Software wird dann ein statistischer Zusammenhang zwischen den Spektralwerten und den Referenzwerten der Proben ermittelt. Daraus sind Kalibrationsmodelle zu entwickeln, mit denen die entsprechenden Werte oder Eigenschaften aus den NIR-Spektren geschätzt werden können. Die jeweiligen Kalibrationen werden dann mit Proben validiert, die nicht für die Kalibration verwendet wurden, deren Referenzwerte aber bekannt sind.

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob der Anteil an SFA, MUFA, PUFA, LC-PUFA, Palmitin-, Stearin-, Öl-, Linol-, α -Linolensäure und

Tab. 1. Kennzahlen zur statistischen Verteilung der untersuchten Merkmale

N = 155	Mittelwert	Stabw.	Min.	Max.	Median
Fettzahl	59,6	3,89	50,3	69,3	59,7
SFA [%]	40,7	2,34	34,5	45,9	40,5
MUFA [%]	47,7	2,38	40,5	53,6	47,4
PUFA [%]	11,6	2,75	7,0	20,9	10,9
LC-PUFA [%]	1,19	0,28	0,78	2,0	1,12
Festfettanteil @ 10 °C [%]	51,5	7,2	27,1	65,3	51,7

18:1-*trans*-Fettsäuren (TFA) im Schweinespeck sowie die Fettfestigkeit und der Festfettanteil bei verschiedenen Temperaturen mittels NIR bestimmt werden kann. Die Referenzdaten dafür wurden folgendermassen gewonnen: Die Fettsäurenzusammensetzung wurde durch Gaschromatographie (GC) nach Hexan-Extraktion und Umesterung mit methanolischer KOH bestimmt. Die Fettfestigkeit wurde mittels Nadelpenetration (stumpfer Stempel, 3,5 mm Ø, Eindringtiefe 5 mm @ 0 °C) ermittelt. Der Festfettanteil bei 10 °C wurde aus der mit einem Dynamischen Differenz-Kalorimeter (DSC) erfassten Schmelzkurve errechnet.

Die insgesamt 155 zugrunde liegenden Fettproben stammten aus drei Schlachthöfen und wurden nach dem für die Fettzahlmessung standardisierten Verfahren in der äussersten Schicht des Rückenspecks über dem Hüftmuskel unterhalb des Schwänzchens entnommen.

Vielversprechende Resultate

Die für die Kalibrierung und Validation verwendeten Proben deckten den Fettzahlbereich von ca. 50 bis 70 und da-

mit den kritischen Bereich um 62 gut ab (Tab.1). Auch hinsichtlich der Fettsäurenzusammensetzung zeigten die Proben die für Schweinefett aus dem Rückenspeck in der Schweiz zu erwartenden Werte von im Mittel knapp 50 % MUFA und ca. 12 % PUFA. Proben mit einem sehr niedrigen SFA-Anteil um und unter 30 %, die hinsichtlich der Fettkonsistenz besonders problematisch sind, tauchten aber nicht auf. Demgegenüber fanden sich einige Proben mit hohen PUFA Anteilen bis über 20 % (Tab. 1).

Die Güte einer NIR-Kalibration kann anhand des Schätzfehlers, des Bestimmtheitsmasses (der durch die Regression erklärte Varianzanteil an der Gesamtvarianz) und der Verzerrung (Bias), welche mit der Validation bestimmt werden, bewertet werden. Bei einem relativen Schätzfehler (SEP) unter 5 % und einem Bestimmtheitsmass über 0,9 kann die Schätzfunktion als genau und sicher angesehen werden.

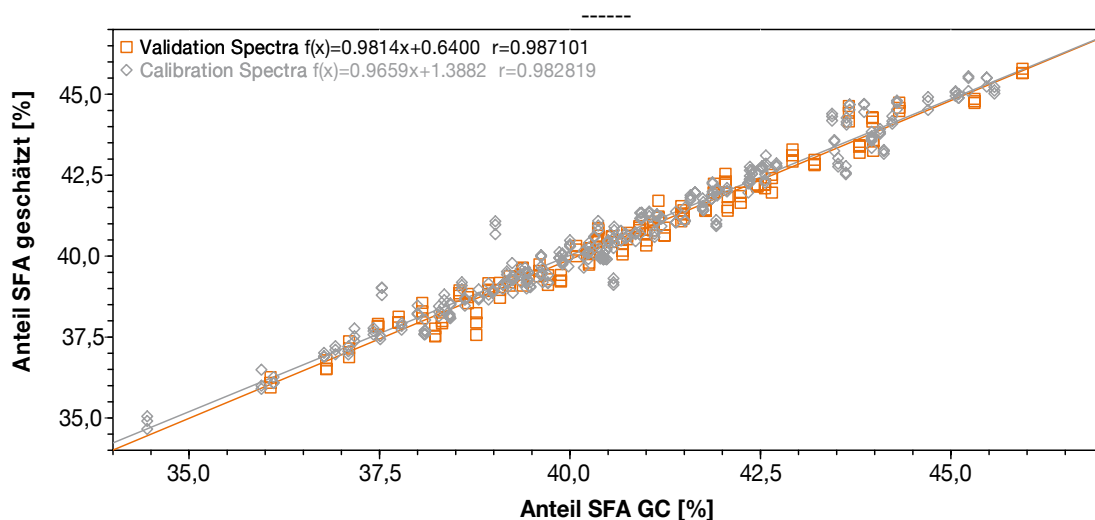
Demnach ergaben sich in dieser Untersuchung gute Kalibrationen für die zusammengefassten Anteile der Fettsäuretypen SFA, MUFA und PUFA sowie

Tab. 2. Kennzahlen der Güte der Schätzung

	Kalibration		Validation		Bias [%]
	SEE [%]	R ²	SEP [%]	R ²	
SFA [%]	1,1	0,96	0,9	0,98	0,29
MUFA [%]	1,6	0,90	1,6	0,88	-0,23
PUFA [%]	4,6	0,96	4,7	0,96	0,52
LC-PUFA [%]	7,6	0,90	7,6	0,88	0,67
Festfettanteil @ 10 °C [%]	3,0	0,94	2,9	0,96	1,05

SEE – standard error of estimate; SEP – standard error of prediction; R² – Bestimmtheitsmass

Kalibration gesättigte Fettsäuren



NIRCal: KALIBR-2 NIR SFA, db1-mf, 4.5-9.6, F:7 06.02.2007 14:56:25 muelhart

Abb. 2. Kalibration der gesättigten Fettsäuren (SFA).

des Festfettanteils (Tab. 2). Auch Palmitin-, Stearin- und Ölsäure wiesen sichere Kalibrationen auf (nicht gezeigt). Die Kalibrationen für PUFA, Linolsäure und LC-PUFA zeigten Schätzfehler um beziehungsweise etwas über 5 %, sind aber immer noch als genügend gut zu bewerten. Diese Merkmale können also mit der eingesetzten NIR-Methode zuverlässig bestimmt werden. Die Kalibrationen für α -Linolensäure und TFA wiesen eine zu geringe Schätzgenauigkeit auf, könnten aber allenfalls für das Feststellen besonders hoher Anteile dieser Fettsäuren, z.B. im Rahmen von Qualitätssicherungsmaßnahmen für Labelprogramme nützlich sein. Die Kalibration der Rückenspeckfestigkeit liess keine ausreichend gute Schätzung zu, was vermutlich im Wesentlichen an den wenig reproduzierbaren Ergebnissen der Referenzmethode lag.

Die bereits in der Praxis eingesetzte NIR-Methode zur Bestimmung der Fettzahl wäre also ohne grossen Mehraufwand für eine differenzierte Messung der Rückenspeckzusammensetzung einsetzbar. Es liessen sich sogar Merkmale der Fettkonsistenz, wie z.B. der Festfettanteil bei verschiedenen Temperaturen direkt schätzen. Zu prüfen bleibt, ob auch die Oxidationsstabilität und der Wassergehalt im Fettgewebe zuverlässig zu bestimmen sind. Die Messung des Wasserge-

haltes kann für die Bestimmung von so genanntem «leerem Fettgewebe» interessant (und angesichts wachsender Bestrebungen sehr fleischreiche Schweinegenotypen einzusetzen von zunehmender praktischer Bedeutung) sein. Die Oxidationsstabilität hingegen wird nicht nur von der Fettsäurezusammensetzung sondern auch von pro- und antioxidativen Substanzen bestimmt, so dass sich hier anstatt einer direkten Schätzung die Bestimmung besonders oxidationsanfälliger Fettsäuren, wie z.B. der LC-PUFA zur Abschätzung des Oxidationspotentials anbietet.

Mögliche Grenzwerte gesucht

Die Untersuchung hat gezeigt, dass mittels NIR die Fettsäuregruppen SFA, MUFA, PUFA und LC-PUFA im Schweinespeck sicher bestimmt werden können. Auch die Anteile an den einzelnen Fettsäuren Palmitin-, Stearin-, Öl-, Linolsäure und der Festfettanteil sind gut zu schätzen. Die Grundlage für eine differenzierte Beurteilung der Qualität von Schweinespeck und der Entwicklung von neuen, aussagekräftigen Merkmalen zur Überprüfung und Sicherung der Fettqualität ist damit gegeben. Mögliche Grenzwerte für die einzelnen Fettsäuren, bzw. Fettsäuregruppen im Schweinespeck sind aus den vorliegenden Daten aber nicht ableitbar. Es gilt, diese in weiteren Forschungsarbeiten abzuklären. Zu klären bleibt dann

auch, ob die z.Zt. gängigen Fütterungsempfehlungen etwaigen neuen Grenzwerten angepasst werden müssten.

Literatur

- Glaeser K.R., Wenk C. & Scheeder M.R.L. (2002): Effect of dietary mono- and polyunsaturated fatty acids on the fatty acid composition of pigs' adipose tissues. *Arch. Anim. Nutr.* **56**, 51-65.
- Prabucki A.L., 1991. Qualitätsanforderungen an Schweinefleisch. Schweinefleischqualität – Qualitätsschweinefleisch. *Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich*, **5**, 5-10.
- Scheeder M.R.L., Bossi H. & Wenk C., 1999. Kritische Betrachtungen zur Fettzahl-Bestimmung. *Agrarforschung* **6** (5), I-VIII.
- Wenk C. & Prabucki A.L., 1990. Faktoren der Qualität von Schweinefleisch. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* **132**, 53-63.
- Wenk C., Häuser A., Vogg-Perret D. & Prabucki A.L., 1990. Einfluss mehrfach ungesättigter Fettsäure im Futter auf die Qualität von Schweinefleisch. *Fat Sci. Technol.* **92**, 552-556.

Der Hermann Herzer Stiftung wird für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchung und der Firma Büchi für die fachliche Hilfe gedankt.