

# Nutztiere

## Ungesättigte Fettsäuren in der Mastschweinefütterung

Peter Stoll, Agroscope Liebefeld-Posieux, Eidg. Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP), CH-1725 Posieux  
Auskunft: Peter Stoll, E-Mail: peter.stoll@alp.admin.ch, Fax +41 (0)26 4077 300, Tel. +41 (0)26 4077 277

### Zusammenfassung

**B**ei Schweinefleisch ist die Fettbeschaffenheit ein wichtiges Qualitätskriterium, wobei die Fütterung eine entscheidende Rolle spielt. Eine vermehrte Zufuhr von ungesättigten Fettsäuren über das Futter verändert das Fettsäuremuster in den Fettgeweben markant. Durch den vermehrten Einsatz von Futterfetten sind ebenfalls die Monoensäuren – zum Beispiel die Ölsäure – für die Qualität der Depotfettgewebe von Bedeutung. Die Ablösung der PUFA-Norm durch den PUFA-MUFA-Index (PMI) schränkt nicht zusätzlich ein, sondern vergrössert den Handlungsspielraum bei der Futteroptimierung. Der erhöhte Einsatz von Futterfetten, bei gleichbleibendem Risiko punkto Fettqualität der Schlachtkörper (Fettzahl), ist möglich.

Das Fettsäuremuster des Körperfettes ist ein ausschlaggebendes Qualitätsmerkmal. Es ist massgebend für die Konsistenz und die Oxidationsstabilität des Fettgewebes; zwei wichtige Kriterien in der Fleischverarbeitung.

### Die Fettzahl - ein Doppelbindungsindex

Die Fettzahl, der momentan angewandte Parameter für die Qualitätseinstufung des Körperfettes, ist eine Masszahl für die Anzahl an Doppelbindungen der Fettsäuren im Fett der Aussenschicht des Rückenspeckes. Dieser Parameter wird durch Fütterung, Haltung und Genetik auf vielfältige Weise beeinflusst. Im Gegensatz zu früher enthalten heute viele Mastfutter erhöhte Anteile an Fetten beziehungsweise Ölen. Falls nicht gehärtete Fette verwendet werden, wird durch eine Fettbeimischung der Anteil an Polyensäuren (PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren) als auch an Monoensäuren (MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren) erhöht. Damit

steigt auch das Risiko für zu hohe Fettzahlen (Stoll 1997).

Die Fettzahl ist das Resultat aus der Aufnahme, der Synthese und der Einlagerung von Fettsäuren mit Doppelbindungen, der Grösse der Fettdepots sowie der Verteilung der ungesättigten Fettsäuren in den verschiedenen Fettgeweben, insbesondere in der Aussenschicht des Rückenspeckes (Tab. 1).

Die **Aufnahme an ungesättigten Fettsäuren** ist abhängig von der Futterzusammensetzung, der Fütterungsintensität und der

Mastdauer. Die genetische Leistungsveranlagung des Tieres beeinflusst ebenfalls die Aufnahme via Wachstumspotenzial und Fleischansatz.

Die **Verteilung der ungesättigten Fettsäuren** wird unter anderem durch die genetische Disposition sowie durch die Umgebungstemperatur beeinflusst. Kühlere Umgebungstemperaturen führen zu vermehrter Einlagerung von ungesättigten Fettsäuren in die Aussenschicht des Rückenspeckes (Perdrix und Stoll 1995).

### Wesentliche Punkte nicht im Voraus bestimmbar

Da die Aufnahme und Verteilung der ungesättigten Fettsäuren nicht im Voraus bestimmbar sind, benötigen wir Parameter, die in Beziehung zur Fettzahl stehen. Diese Beziehung kann direkt - zum Beispiel der PUFA-Gehalt des Futters - als auch indirekt sein. So besteht zwischen den Parametern Fettzahl und Lebendgewicht bei Mastbeginn eine negative Korrelation. Schwerere Tiere bei Mastbeginn

Tab.1. Fettzahlen in den Fettgeweben bei unterschiedlicher PUFA-Aufnahme

| Gewebe             | PUFA in g/MJ VES |      |      |      |
|--------------------|------------------|------|------|------|
|                    | 0,7              | 1,0  | 1,2  | 1,6  |
| Schmer             | 43,6             | 47,1 | 49,1 | 56,8 |
| Bauchfett          | 48,0             | 51,7 | 54,9 | 60,7 |
| Rückenspeck innen  | 47,5             | 51,3 | 55,5 | 62,2 |
| Rückenspeck aussen | 53,2             | 57,0 | 61,3 | 69,7 |

PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren  
VES: verdauliche Energie Schwein

- bei gleichem Alter - haben ein erhöhtes Leistungspotenzial und werden bis zur Schlachtung voraussichtlich auch weniger Mastfutter benötigen. Demzufolge wird die Aufnahme von ungesättigten Fettsäuren tiefer ausfallen. In Tabelle 2 sind die Gewichtungen einiger Faktoren aufgelistet (Stoll 1999). Es ist ersichtlich, dass die Gehalte an PUFA und an MUFA zwei wesentliche Einflussfaktoren sind. Eine Erhöhung des PUFA-Gehaltes des Futters von zum Beispiel 0.1 g/MJ VES (verdauliche Energie Schwein) erhöht die Fettzahl um 1.6 Einheiten (0.1 x 15.6 = 1.6).

### Hohe Variation der Fettzahlen

Die Variation der Fettzahlen der Einzelschlachtkörper ist sehr hoch. In unseren Versuchen lagen die Fettzahlen im Bereich von 46 bis 76. Mit dem Berechnungsmodell von Tabelle 1 konnten 93 % der vorhandenen Streuung erklärt werden. Man kann deshalb das verwendete Modell als gut und angepasst bezeichnen. Dies kann jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass trotzdem eine hohe Restvariation verbleibt. Das bedeutet, dass unter standardisierten Bedingungen - bei identischer Zufuhr an PUFA - die Variation der Einzelwerte im Bereich von ± 4 liegt (Stoll 1999). Da im Schlachthof nicht Einzeltiere, sondern Tiergruppen beurteilt werden, kann man von einer kleineren Variation der Fettzah-

len ausgehen, die abhängig von der Schlachtgruppengröße ist (Tab. 3).

### PUFA-MUFA-Index unter 1.7 g/MJ VES

Die Fütterungsempfehlung im Hinblick auf die Fettqualität wird mit dem so genannten PUFA-MUFA-Index (PMI) beschrieben (Stoll und Bee 2002). Der PMI wird wie folgt berechnet:

$$\text{PMI} = \text{PUFA} + 1.3 \times \text{MUFA}^1$$

Damit eine genügende Sicherheit erreicht werden kann und da verschiedene Parameter nicht kontrolliert werden können, muss gefordert werden, dass 99 % der zu erwartenden Mittelwerte unter 62 liegen müssen. Deshalb sollte der PMI den Maximalwert von 1.7 g/MJ nicht überschreiten (siehe Abb. 1).

Je nach Preissituation der Fette und Öle auf dem Markt werden

<sup>1</sup> alle Parameter sind in g/MJ VES ausgedrückt.

Tab. 2. Beziehung verschiedener Parameter zur Fettzahl

| Parameter                     | Gewichtungsfaktor |
|-------------------------------|-------------------|
| PUFA in g/MJ VES              | 15,610            |
| MUFA in g/MJ VES              | 14,417            |
| Alter bei Mastbeginn in Tagen | 0,134             |
| Gewicht bei Mastbeginn in kg  | -0,305            |
| Schlachtgewicht warm in kg    | -0,095            |
| Auflagefett in %              | -1,090            |
| Geschlecht <sup>1</sup>       | -0,551            |

PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren

MUFA: einfach ungesättigte Fettsäuren

VES: verdauliche Energie Schwein

<sup>1</sup> Für weibliche Tiere beträgt der Faktor den Wert 0

Tab. 3. Variation der Fettzahlen in Abhängigkeit der Schlachtgruppengröße

| Gruppengröße | 66 % der Schlachtgruppen liegen im Bereich |
|--------------|--|
| 10           | ± 3,2                                      |
| 20           | ± 2,3                                      |
| 30           | ± 1,9                                      |
| 40           | ± 1,6                                      |
| 50           | ± 1,4                                      |

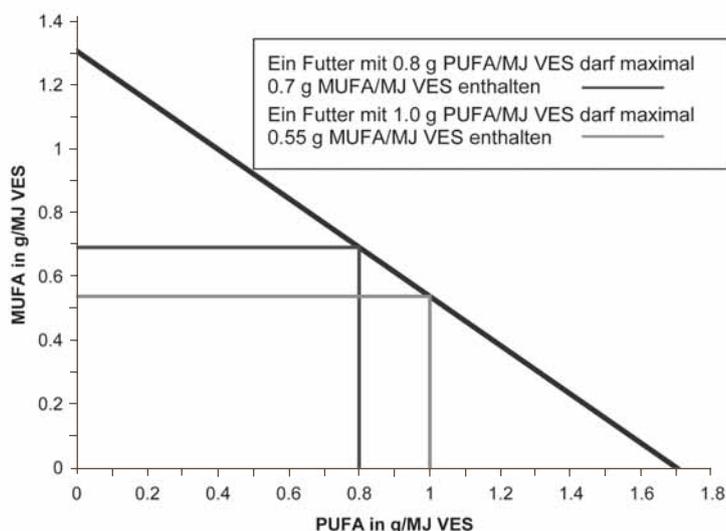
Tab. 4. Optimierung eines Jägerfutters mit unterschiedlichem Futterfettgehalt unter Berücksichtigung der PUFA-Norm von 0.8 g/MJ VES

| Rohfettgehalt g/kg | Fettzulage % | MUFA g/MJ VES | PUFA g/MJ VES | PMI <sup>1</sup> g/MJ VES |
|--------------------|--------------|---------------|---------------|---------------------------|
| 15                 | 0            | 0,30          | 0,72          | 1,11                      |
| 25                 | 0,7          | 0,65          | 0,80          | 1,65                      |
| 40                 | 2,3          | 1,10          | 0,80          | 2,23                      |

Futter mit 13.6 MJ VES und 170 g Rohprotein. Die restlichen Parameter entsprechen den Empfehlungen des Gelben Buches (Boltshauser *et al.*, 1993).

<sup>1</sup> PMI = PUFA + 1.3 x MUFA

Abb. 1. Maximale MUFA-Werte in Abhängigkeit vom Gehalt an PUFA im Futter.



diese in unterschiedlichen Anteilen den Schweinerationen beige-mischt. Werden Futter nach der alten PUFA-Norm (0.8 g PUFA/MJ VES) optimiert, läuft man Gefahr, dass die Futtermischung zu viele MUFA enthält. Bei Fettzulagen von 2 bis 4 % ist das Risiko hoch, dass bei 0.8 g PUFA/MJ VES ein MUFA-Gehalt

von über 0.7 g/MJ VES erreicht wird.

Die Tabelle 4 enthält das Beispiel eines Jagerfutters, das 13.6 MJ VES und 170 g Rohprotein enthält. Es wurden Varianten mit 15, 25 beziehungsweise 40 g Rohfett/kg Futter optimiert. Es zeigt sich, dass bei einer Fettzulage von 2.3 %

die 0.8 g PUFA/MJ VES zwar eingehalten ist, der Gehalt an MUFA jedoch 1.1 g/MJ VES beträgt. Mit einem PMI von 2.2 ist der Maximalwert von 1.7 g/MJ VES nicht eingehalten. Somit besteht ein erhöhtes Risiko für zu hohe Fettzahlen.

### PMI erhöht Flexibilität bei Futteroptimierung

Bei der Optimierung mit der PMI-Norm, geht man dieses Risiko nicht ein. Mais ist bekannt als Futterkomponente mit einem «hohen» Gehalt an Rohfett und PUFA. Man könnte nun davon ausgehen, dass Mais in aufgefetteten Rationen und unter Berücksichtigung des PMI keinen Platz mehr hat. Der Ersatz der PUFA-Norm durch den PMI ergibt jedoch mehr Flexibilität bei der Optimierung der Rationen. Im Beispiel mit 25 g Rohfett (Tab. 5 und 6) kann durch die Anwendung der PMI-Norm der Maisanteil des Futters von 25 auf 45 %

Tab. 5. Optimierung eines Jagerfutters mit unterschiedlichem Futterfettgehalt unter Berücksichtigung der PMI-Norm von 1.7 g/MJ VES

| Rohfettgehalt g/kg | Fettzulage %     | MUFA g/MJ VES | PUFA g/MJ VES | PMI <sup>1</sup> g/MJ VES |
|--------------------|------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| 15                 | 0                | 0,30          | 0,72          | 1,11                      |
| 25                 | 0,1              | 0,60          | 0,93          | 1,70                      |
| 40                 | 2,1 <sup>1</sup> | 0,67          | 0,84          | 1,70                      |

<sup>1</sup> Lösung nur möglich mit «harten» oder gehärteten Fetten

Tab. 6. Zusammensetzung der Jagerfutter der Tabellen 3 und 4 (in %)

| Rohkomponente         | Tabelle 3 |         |         | Tabelle 4 |         |         |
|-----------------------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|
|                       | 15 g RL   | 25 g RL | 40 g RL | 15 g RL   | 25 g RL | 40 g RL |
| Gerste                | 12,1      |         |         | 12,1      |         |         |
| Mais                  | 15,1      | 25,3    | 11,1    | 15,1      | 45,7    | 29,6    |
| Weizen                | 23,6      | 20,0    | 21,0    | 23,6      |         | 3,8     |
| Hafer                 |           |         | 11,7    |           |         | 9,7     |
| Proteinerbsen         | 40,0      | 40,0    | 40,0    | 40,0      | 40,0    | 40,0    |
| Sojaextraktionsschrot | 5,9       | 0,9     | 0,9     | 5,9       | 5,1     | 3,5     |
| Rapsextraktionsschrot |           | 10,0    | 10,0    |           | 6,1     | 8,1     |
| Mischfett 50/50       |           | 0,7     | 2,3     |           | 0,1     |         |
| Satura                |           |         |         |           |         | 2,1     |
| Rest <sup>1</sup>     | 3,3       | 3,1     | 3,0     | 3,3       | 3,0     | 3,2     |

<sup>1</sup> Mineralstoffe, Spurenelemente, Vitamine und Aminosäuren

RL: Rohfett

erhöht werden. Die Zusammensetzungen der verschiedenen Futtermittel sind in der Tabelle 6 zu sehen.

In den neuen Nährwerttabellen des «Gelben Buches» ist, neben anderen Parametern, auch der PMI der verschiedenen Futterkomponenten tabelliert. Zugriff auf die neuen Tabellen erhält man über die Homepage: [www.alp.admin.ch/de/publikationen/gebue.php](http://www.alp.admin.ch/de/publikationen/gebue.php)

### Zusammenfassend kann festgehalten werden:

■ Die Fettzahl ist eine Art Doppelbindungsindex.

■ Die Fettzahlen der Schlachtkörper von Schweinen weisen eine hohe biologisch bedingte Variabilität auf.

■ Der PMI löst die PUFA-Norm ab.

■ Der PMI sollte den Maximalwert von 1.7 g/MJ VES nicht überschreiten.

■ Die Verwendung des PMI vergrößert die Flexibilität bei der Futteroptimierung und erleichtert somit die Kombination fettreicher Futterkomponenten ohne erhöhte Risiken bei den Fettzahlen.



■ Der PMI und andere Parameter sind in den überarbeiteten Nährwerttabellen des «Gelben Buches» zu finden.

### Literatur

■ Perdrix M.-F. und Stoll P., 1995. Wie beeinflusst das Futter die Fettzahl der Schweine? *Agrarforschung* 2 (1), 21-24.

■ Stoll P., 1997. PUFA-Problematik in der Schweinefütterung. Info Tagung - Schweinehaltung. LBL Kurs vom 04.06.97.

■ Stoll P., 1999. Fütterung und Fettzahl - noch genauer! *Suisse-porcs-Information* (12), 6-8.

■ Stoll, P. und Bee, G., 2002. Fütterung und Fettqualität beim Schwein. *RAP aktuell* (7).

**Abb. 2. Extrem fleischige Schlachtkörper haben ein erhöhtes Risiko für zu hohe Fettzahlen.**

## RÉSUMÉ

### Acides gras insaturés dans l'alimentation du porc à l'engrais

Les caractéristiques de la graisse dans la viande de porc sont des critères de qualité importants pour lesquels l'alimentation joue un rôle déterminant. Un apport accru d'acides gras insaturés dans l'aliment modifie de façon marquante le spectre des acides gras dans les tissus adipeux. En augmentant la proportion de graisses alimentaires, les acides gras monoinsaturés, comme par exemple, l'acide oléique, sont également importants pour la qualité de la graisse tissulaire. Le remplacement de la norme PUFA par l'indice PUFA-MUFA (PMI), ne restreint pas, mais au contraire augmente le champ d'action pour l'optimisation des rations. Il est possible d'accroître l'utilisation des graisses alimentaires, avec un risque stationnaire concernant la qualité de la graisse de la carcasse (indice de graisse).

## SUMMARY

### Unsaturated fatty acids in the nutrition of fattening pigs

Fat composition is a determining quality trait in pork, which is strongly influenced by feeding. An increased supply of dietary unsaturated fatty acids significantly modifies the fatty acid composition in fatty tissues. Monounsaturated fatty acids, such as oleic acid, influence to a certain degree the quality of depot fat as well, particularly when using more feeding fats. The replacement of the PUFA norm with the PUFA-MUFA index (PMI) does not impose a further restriction but rather extends the possibilities in diet formulation and optimisation. The new recommendation makes higher proportion of feeding fat possible while maintaining the risk level with respect to the fat quality of carcasses (fat index).

**Key words:** fattening pigs, fat quality, unsaturated fatty acids