



Fütterungsaspekte in der Schweinemast

Peter STOLL, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion (RAP), CH-1725 Posieux

Ziel der Schweinefütterung ist eine optimale Deckung des Nährstoffbedarfs, um ein qualitativ hochwertiges Endprodukt zu erhalten. Dazu sind Kenntnisse über den Nährwert der Futtermittel und den Nährstoffbedarf der Tiere Voraussetzung. Bei der Bedarfsermittlung müssen zahlreiche Faktoren wie zum Beispiel Wachstumspotential, Aktivität der Tiere bei Weidegang, Wachstumsverlauf und Proteinansatzvermögen abhängig vom Gewicht berücksichtigt werden.

Die Menge und die Zusammensetzung des Schweinefutters beeinflussen verschiedene Qualitätsbereiche. Zum Beispiel beeinflusst das Energie-Proteinverhältnis die Fleischfülle (Schlachtqualität), die verabreichte Energiemenge in Abhängigkeit des Lebendgewichtes den Gehalt an intramuskulärem Fett (Genussqualität) und die jeweilige Futterfettzusammensetzung die technologischen Eigenschaften der Fettgewebe (Verarbeitungsqualität). Fundierte Kenntnisse einerseits über den Bedarf der Tiere und andererseits über den Nährwert von Futtermitteln sind Voraussetzung für eine optimale Nährstoffversorgung der Tiere.

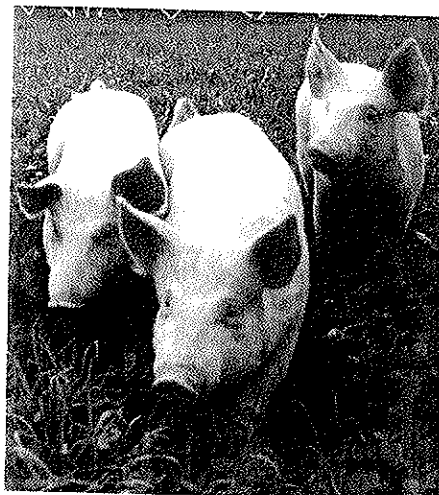
Wachstumspotential der Zuchttiere ist hoch

Die Mastleistungen unserer Schweine variieren in weiten Grenzen. Die Wachstumsgeschwindigkeit eines jeden Tieres ist von seinem genetischen Potential, das heisst von seinem Proteinansatzvermögen und von der Körpergrösse des ausgewachsenen Tieres abhängig. Weitere Gründe für unterschiedliche Mastleistungen sind zum Beispiel die täglich verabreichte Futtermenge, die Futterzusammensetzung, der Gesundheitszustand der Tiere und die Haltungsform. Mit der Selektion auf höhere Tageszunahmen wurden unter anderem grosse Tiere bevorzugt. Sauen und Eber sind dadurch wesentlich grösser als Bachen und Keiler. Die heutigen Zuchtlinien haben ein genetisch verankertes Wachstumsvermögen von 750 bis 950 g/Tag. Dieses Potential ist ebenfalls vorhanden, wenn Schweine die Möglichkeit des Weideganges haben.

Auch Weideschweine bedarfsdeckend füttern

Weidegang entspricht dem Naturell des Schweines und wird als tiergerechte Haltungsform eingestuft. Es ist heute allgemein anerkannt, dass tiergerechte Haltung nicht zu verwechseln ist mit einer künstlich abgebremsten Wachstumsgeschwindigkeit in den Bereich von 600 bis 650 g Masttageszunahmen (Stoll 1994a).

Nach den gängigen Regeln der Ernährung sind bedarfsdeckende Rationen anzustreben. Der Bedarf der Tiere setzt sich zusammen aus Erhaltungsbedarf (Aufrechterhaltung der Körperfunktionen und einer minimalen Aktivität) und Leistungsbedarf (Aufwand für die zu erbringende Leistung) sowie bei Weidegang aus einem zusätzlichen Bedarf für eine erhöhte Aktivität. Der Aktivitätszuschlag bei Weidegang beträgt durchschnittlich 10 bis 15 % des Gesamtbedarfes und ist in den Fütterungsnormen (Boltshauser *et al.* 1995)



Wir haben auch in der Endmast ein hohes Fleischansatzvermögen.

nicht enthalten. Das Wachstum ist eine Leistung und somit integrierter Bestandteil des Bedarfes. Werden Schweine bei täglichem Weidegang mit bedarfsdeckenden Rationen gefüttert, sind gute Mastleistungen im Bereich von 700 bis 850 g/Tag erreichbar (Stoll und Hilfiker 1995). Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Bedarfsermittlung ist die Beurteilung des Wachstumsverlaufes abhängig vom Lebendgewicht.

Verlauf der Tageszunahmen ist keine Parabel

Häufig wird das Wachstum der Schweine in Abhängigkeit von der Zeit mit einem Polynom dritten Grades beschrieben¹. Der Verlauf der Tageszunahmen wird anschliessend mit der ersten Ableitung dieses Polynoms berechnet und entspricht einer Parabel². Die Beziehung zwischen Lebendgewicht und Masttageszunahmen wird mit Hilfe dieser beiden Funktionen berechnet. Abbildung 1 zeigt nun den mittels Polynom beschriebenen durchschnittlichen Wachstumsverlauf von 13 Aufzuchtieren, von denen tägliche Wägungen im Bereich 28 bis 100 kg vorlagen³. Abbildung 2 enthält die entsprechenden Rohdaten. Damit die hohe Streuung den Verlauf der Wachstumsdaten nicht zu sehr «verschmiert», ist ein gleitender Mittelwert dargestellt⁴. Wird ein gut angepasstes Modell für die Beschreibung der gemessenen Daten verwendet, so sind die Residuen, die Abweichungen zwischen Schätzung und Messung, zufällig verteilt (Abb. 3). Es ist ersichtlich, dass im Gegensatz zur Abbildung 1 der Kurvenverlauf in Abbildung 2 in der Ausmastphase nicht absinkt. Der Plot der Residuen (Abb. 4) weist deshalb deutliche

¹ Lebendgewicht (LG) als Funktion der Zeit (t)

$$LG = a + b \cdot t + c \cdot t^2 + d \cdot t^3$$

² Masttageszunahmen (MTZ) als Funktion der Zeit (t)

$$MTZ = b + 2 \cdot c \cdot t + 3 \cdot d \cdot t^2$$

³ Tiere in einem Offenfrontstall mit Futterstation. Die Futterstation ist mit einer Wägeeinrichtung versehen und liefert uns täglich die entsprechenden Gewichte der Tiere.

⁴ Der gleitende Mittelwert (M) wird aus n Einzelwerten berechnet. M₁ enthält die Werte 1, 2, 3, ..., n; M₂ diejenigen von 2, 3, ..., n, n+1 usw.

Strukturen auf. Er zeigt, dass dieses Polynom kein geeignetes Modell ist, um den Wachstumsverlauf darzustellen. Das Absinken der Parabel in der Ausmastphase verleitet dazu, den Proteinansatz der Tiere in diesem Gewichtsbereich zu unterschätzen beziehungsweise den Fettansatz zu überschätzen.

Auch in der Endmast ein hoher Proteinansatz

Heutige Zuchtlinien weisen aber auch in der Ausmastphase einen hohen Proteinansatz auf (Susenbeth 1995). Dies gilt nicht nur für weibliche Tiere, sondern auch für Kastraten. In einem Versuch mit unterschiedlicher Fütterungsintensität in der Ausmastphase (Perdrix und Stoll 1995) konnte gezeigt werden, dass durch eine um 5 % reduzierte Futtermenge bei Kastraten sowohl die Tageszunahmen (Abb. 5) als auch die Futtermittelnutzung verschlechtert wurden.

Proteinbedarf ist ein Bedarf an Aminosäuren

Das Proteinansatzvermögen der Tiere kann nur ausgeschöpft werden, wenn der Bedarf an Energie und Protein beziehungsweise Aminosäuren gedeckt ist. Der Bedarf an Aminosäuren in Abhängigkeit der Energie nimmt mit zunehmendem Lebendgewicht der Tiere ab (Tab. 1). Am Ende der Mast benötigen die Schweine deshalb im Verhältnis zur Energie bedeutend weniger Protein als zu Beginn der Mast. Mit einer Mehrphasenfütterung kann diesem Umstand Rechnung getragen werden. Die Relation zwischen den verschiedenen Aminosäuren müssen ebenfalls beachtet werden (Tab. 2). Das optimale Aminosäurenmuster wird als ideales Protein bezeichnet. In einem Mastversuch haben wir proteinreduzierte Rationen eingesetzt⁵. Bei der Optimierung der Futtermischungen wurden die essentiellen Aminosäuren Lysin, Methionin und Cystin, Threonin und Tryptophan konstant gehalten (Zulage von synthetischen Aminosäuren). Der Gehalt der übrigen, bei der Optimierung nicht kontrollierten essentiellen Aminosäuren nahm mit sinkendem Rohproteinanteil der Mischung ebenfalls ab. Dadurch war das Aminosäurenmuster nicht mehr ausgeglichen,

⁵Das Futter enthielt 18 %, 16 %, 14 % und 12 % Rohprotein in der Jagerphase (25 - 60 kg) beziehungsweise 14 %, 14 %, 12 % und 12 % Rohprotein in der Ausmastphase (60 - 105 kg). Alle Futtermittel waren isoenergetisch und enthielten 13,6 MJ VES pro kg Futter.

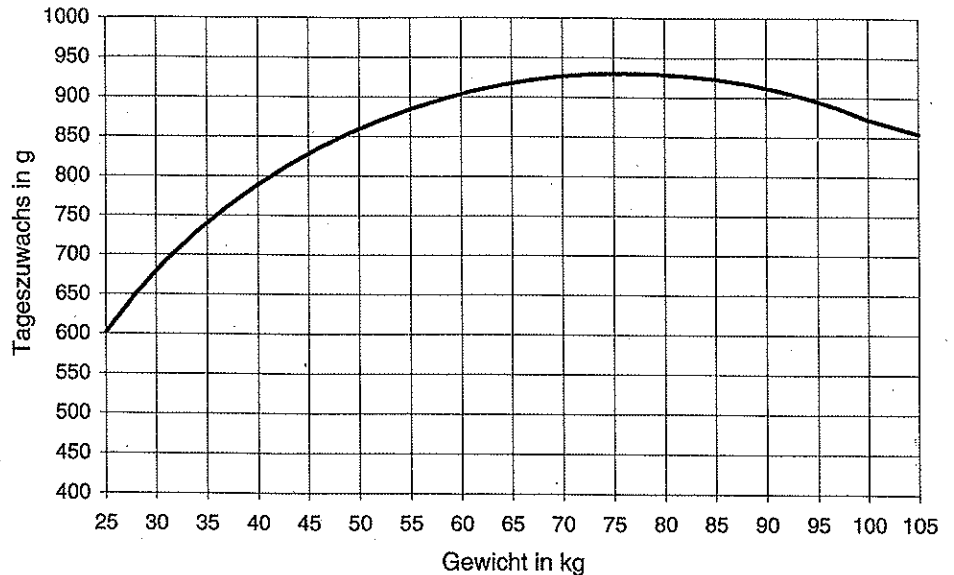


Abb. 1. Mittels Parabel beschriebener durchschnittlicher Tageszuwachs von 13 Mastschweinen in Abhängigkeit vom Lebendgewicht.

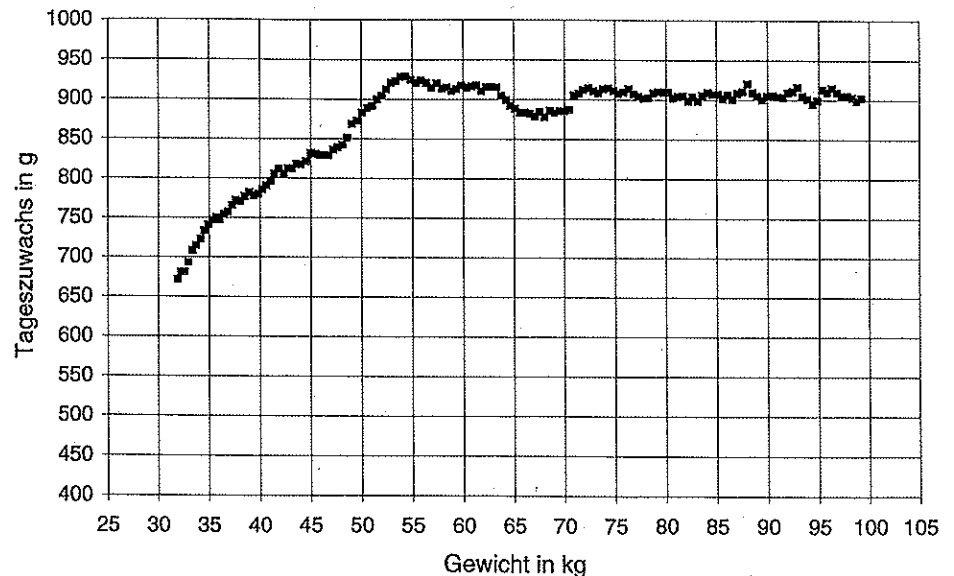


Abb. 2. Tageszuwachs von 13 Mastschweinen in Abhängigkeit vom Lebendgewicht als gleitender Mittelwert (n = 30)* der täglich erhobenen Gewichte.

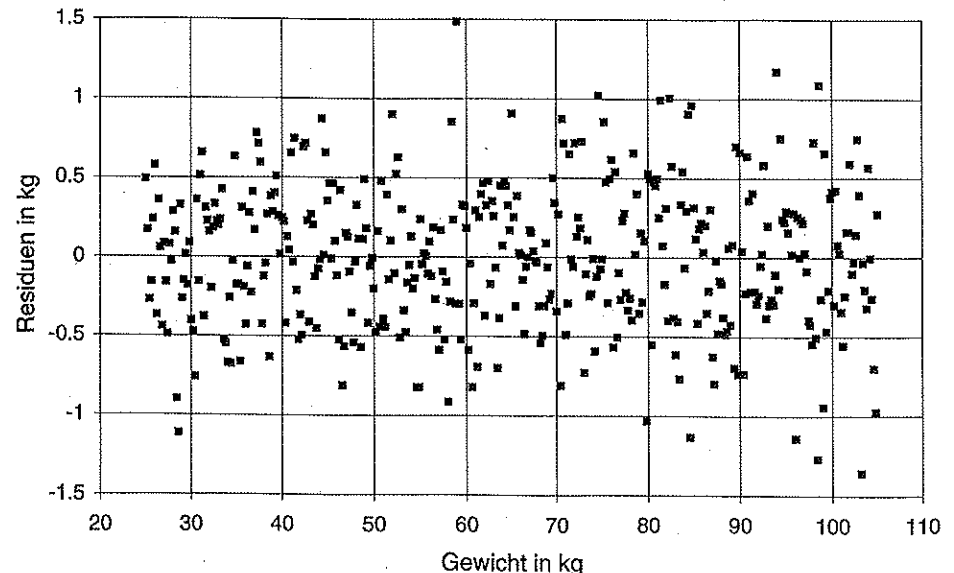


Abb. 3. Normalverteilte Gewichtsresiduen (geschätztes abzüglich gewogenes Gewicht).

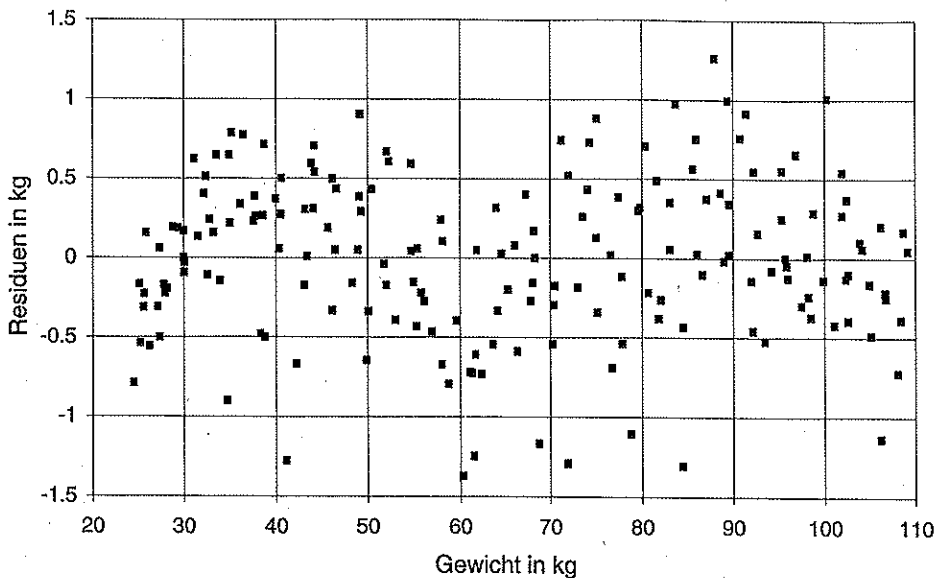


Abb. 4. Residuen der mittels Polynom beschriebenen Wachstumsverläufe von 13 Mastschweinen in Abhängigkeit vom Lebendgewicht.

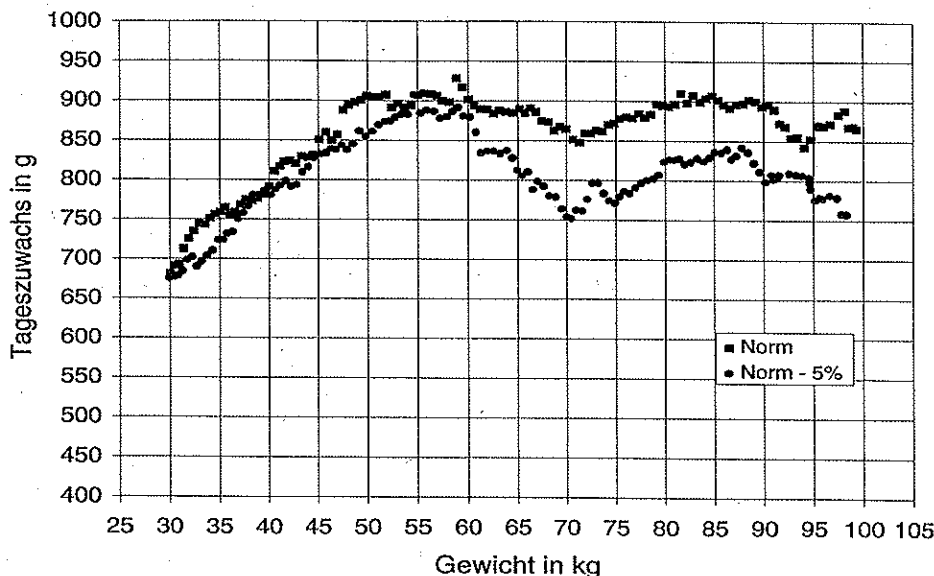


Abb. 5. Tageszuwachs von 20 Mastschweinen in Abhängigkeit des Lebendgewichtes als gleitender Mittelwert ($n = 20$)⁴ der wöchentlich erhobenen Gewichte. Bis 60 kg Gewicht Tiere identische Fütterung aller Tiere. Ab 60 kg erhielten 10 Tiere eine um 5% reduzierte Energiemenge pro Tag.

und der absolute Gehalt einiger Aminosäuren lag unter dem empfohlenen Angebot. Als Folge davon war das Wachstum in der Jagerphase reduziert, und der Anteil wertvoller Fleischstücke sowie das Auflagefett wurden ungünstig beeinflusst (Tab. 3).

Proteinüberschüsse belasten Tier und Umwelt

Ist das Angebot an Protein höher als der Bedarf, so muss der Organismus den überschüssigen Stickstoff (N) als Harnstoff über die Nieren ausscheiden. Dieser Prozess benötigt Energie, die dann für das Wachstum fehlt. Je nach Höhe des Proteinüberschusses kann von einer Belastung von Tier und Umwelt gesprochen werden. Un-

ter optimalen Verhältnissen nimmt ein Mastschwein bei einem durchschnittlichen Leistungsniveau von 750 g Masttagszunahmen rund 5 kg N (31,3 kg Protein) über das Futter auf und scheidet in derselben Periode 2,5 bis 2,8 kg N via Kot und Harn wieder aus. Bei drei Mastumtrieben pro Jahr werden somit pro Mastplatz rund 8,4 kg N ausgeschieden (Stoll 1994b). Werden Verhältnisse zugrunde gelegt, wie sie Kessler *et al.* (1994) in einer Praxiserhebung festgestellt haben, so muss man mit N-Ausscheidungen von 11,9 bis maximal 14,6 kg pro Mastplatz rechnen. Weil eine umweltverträgliche Landwirtschaft jedoch geschlossene Nährstoffkreisläufe erfordert, sind Schweinemastrationen mit wesentlichen Proteinüberschüssen zu vermeiden.

Tab. 1. Für Mastschweine empfohlenes Angebot an Protein und Aminosäuren (in g/MJ VES)

Lebendgewicht	20 kg	60 kg	100 kg
Rohprotein	12,6	11,3	9,9
Lysin	0,87	0,67	0,56
Methionin + Cystin	0,52	0,40	0,34
Threonin	0,57	0,44	0,36
Tryptophan	0,16	0,12	0,10

Quelle: Boltshauser *et al.* 1995

Tab. 2. Optimales Verhältnis zwischen den verschiedenen Aminosäuren in Relation zu Lysin (= 100%)

	Susenbeth 1995	Boltshauser <i>et al.</i> 1995
Lysin	100	100
Methionin + Cystin	50 - 55	60
Threonin	60 - 65	65
Tryptophan	17 - 19	18
Isoleucin	50 - 60	55
Leucin	95 - 110	100
Phenylalanin + Tyrosin	95 - 110	96
Valin	65 - 75	70
Histidin	30 - 40	

Qualitätsprobleme bei unausgewogenen Rationen

Durch eine Unterversorgung an Energie oder Protein oder durch eine unausgewogene Zusammensetzung der Nährstoffe wird das Wachstum abgebremst. Dabei müssen allerdings noch andere unerwünschte Nebeneffekte in Kauf genommen werden. Eine zu knappe Futtermenge, das bedeutet zu wenig Energie und Protein bei genügender Proteinqualität, führt zu Hunger und dadurch zu erhöhter Aggressivität der Tiere (Stoll 1992). Zudem wird der Gehalt an intramuskulärem Fett wesentlich gesenkt (Dufey 1992), ein Parameter, der für die Fleischqualität unter den heutigen Verhältnissen nicht zu vernachlässigen ist. Ist neben einer reduzierten Futtermenge auch die Proteinqualität ungenügend, so sind, wie die Praxis zeigt, leerfleischige Schlachtkörper mit einer verminderten Verarbeitungsqualität die Folgen. Hungerige Tiere, leerfleischige Karrees und Fleischqualitätsprobleme auf der Verwerter- und der Konsumentenseite können nicht unser Ziel sein.

Gehaltswerte periodisch überprüfen

Um ausgeglichene Rationenpläne zu erstellen, sind fundierte Kenntnisse einer-

Tab. 3. Ausgewählte Mast- und Schlachtleistungsparameter aus einem Schweinemastversuch mit proteinreduzierten Rationen (13,6 MJ VES/kg)

		18 / 14 ¹⁾	16 / 14 ¹⁾	14 / 12 ¹⁾	12 / 12 ¹⁾
Jagerphase					
- Masttageszunahmen	g	801 ^a	778 ^{ab}	767 ^b	731 ^c
- Futterverwertung	MJ VES/kg	28,3 ^a	29,3 ^{ab}	29,7 ^b	30,8 ^c
Anteil wertvoller Fleischstücke	%	55,5 ^a	54,9 ^{ab}	54,4 ^b	54,0 ^c
Aufflagefett	%	13,0 ^a	13,2 ^a	13,8 ^a	14,0 ^b

¹⁾ die erste Zahl entspricht dem Rohprotein Gehalt (in %) des Jagerfutters und die zweite Zahl demjenigen des Ausmossfutters

seits über den Nährstoffbedarf und andererseits über die Futtermittel, deren Zusammensetzung und deren Nährwert von grosser Bedeutung. Die beste Futteroptimierung ist nur so gut wie die verwendeten Gehaltswerte der eingesetzten Einzelkomponenten. Nebenprodukte aus der Lebensmittelverarbeitung werden durch die technischen Verarbeitungsprozesse beeinflusst. Mit einer Abänderung der Verarbeitungstechnik geht häufig eine veränderte Zusammensetzung der Inhaltsstoffe einher. Getreide und Futterpflanzen werden durch die Selektion ebenfalls laufend verändert. Neben der Sortenwahl üben weitere Aspekte wie Anbautechnik, Bodenfaktoren, Regionalklima, einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Gehaltswerte aus. Am Beispiel der Gerste lässt sich ein Teil dieser Problematik aufzeigen: Die verschiedenen Analysen der verfügbaren Proben, die wir für die erste Auflage der Nährwerttabellen verwendeten⁶, ergaben einen Rohfettgehalt von 16 g in der Trockensubstanz (Boltshauser *et al.* 1993). Das Fettsäurenmuster ergab einen Anteil von 55 % mehrfach ungesättigter Fettsäuren (Polyensäuren, PUFA) in der Rohfettfraktion. Die Gerstenanalysen der Jahre 1993 bis 1995 wiesen bei nur geringfügig höheren Rohfettgehalten einen erhöhten Gehalt an Polyensäuren auf. Der Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren in der Rohfettfraktion stieg auf über 80 %. Diese Änderung wurde beim Neudruck der Nährwerttabellen berücksichtigt (Boltshauser *et al.* 1995). Die neusten Analysen aus der Sortenprüfung zeigen erneut eine Tendenz zu weiter steigenden PUFA-Werten der Gerste auf. Der PUFA-Anteil im Rohfett variiert in diesen Proben zwischen 67 und 94 %. Die Pflanzenzüchter und besonders die Getreidezüchter werden sich in Zukunft noch vermehrt nach den Ansprüchen der Verwerter ihrer Produkte ausrichten müssen. Je nachdem,

welche Sorten ins Richtsortiment aufgenommen werden, wird in den nächsten Jahren mit noch höheren PUFA-Werten der Gerste (bis 15 g/kg TS) zu rechnen sein. Aus diesem Grunde überprüfen wir periodisch die Gehaltswerte der Nährwerttabellen und werden bei der nächsten Neuauflage wieder die aktuellen Zahlen publizieren.

LITERATUR

- Boltshauser M., Jost M., Kessler J. und Stoll P., 1993. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine. Verlag LMZ, Zollikofen. 129 S.
- Boltshauser M., Jost M., Kessler J. und Stoll P., 1995. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine. Verlag LMZ, Zollikofen. 129 S.
- Dufey P.A., 1992. Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen. Teil 2: Fleischqualität. *Landwirtschaft Schweiz* 5 (11-12), 581 - 586.
- Kessler J., Zogg M. und Bächler E., 1994. Ein kritischer Blick in den Schweinetrog. *Agrarforschung* 1 (7), 313 - 316.
- Perdrix M.F. und Stoll P., 1995. Die Schweine in der Endmast intensiv füttern. *Agrarforschung* 2 (8), 305 - 308.
- Stoll P., 1992. Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen. Teil 1: Weideverhalten, Mast- und Schlachtleistungen. *Landwirtschaft Schweiz* 5 (10), 523 - 527.
- Stoll P., 1994a. Fütterungsstrategien in der Freilandhaltung. Weiterbildungskurs LBL vom 18./19. Mai am LBBZ Ins.
- Stoll P., 1994b. Aminosäureinsatz beim Schwein. In: FAG (Hrsg.). Der Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen in der Tierernährung aus ökologischer Sicht. 42 - 44. Tagung vom 2.3.1994 in Posieux. Schweiz. 50 S.
- Stoll P. und Hilfiker J., 1995. Schweinemast mit Weidegang hat ihren Preis. *Agrarforschung* 2 (10), 449 - 452.
- Susenbeth A., 1995. Modèle de description des besoins en protéines et en acides aminés du porc en croissance. Journée d'études: Réduction des rejets d'azote chez le porc par l'alimentation - résultats d'un projet européen de recherches 1991 - 1994. Tagung vom 16.11.1995 in Rennes.

⁶ Proben der RAP, des VSF, der UFA-Winterthur und der Melior AG

RÉSUMÉ

Aspects nutritionnels dans l'engraissement des porcs

L'objectif de l'alimentation des porcs est une couverture optimale de leurs besoins nutritifs, afin d'obtenir un produit fini de haute qualité: la viande. Pour y parvenir, des connaissances sur la valeur nutritive des aliments et sur les besoins nutritifs des animaux sont indispensables. La modification des techniques culturales et des procédés de transformation, de même que la sélection modifient les teneurs des plantes. C'est pour cette raison que les tables des valeurs nutritives doivent être périodiquement révisées et adaptées. Lorsqu'on définit les besoins des animaux, il faut tenir compte de très nombreux facteurs, tels que le potentiel d'accroissement, l'activité des animaux, lorsqu'ils pâturent, le déroulement de l'accroissement et la synthèse des protéines en fonction du poids. La parabole est un modèle inapproprié à la description de la courbe de croissance. La descente souvent observée de la parabole dans la phase de la fin de l'engraissement induit une sous-estimation de la synthèse des protéines dans cette phase. Les lignes actuelles d'élevage ont une synthèse élevée de protéines également en fin d'engraissement. Des rations déséquilibrées conduisent à des problèmes dans le domaine de la croissance et de la qualité de la viande.

SUMMARY

Feeding aspects in pig fattening

In order to get good quality meat, the aim in swine nutrition is to meet the nutrient requirements of pigs as accurately as possible. Knowledge of the nutritive value of the feeds as well as of the requirements of the animals is necessary. Due to changes in crop growing, treatment techniques and selection, the chemical composition of plants has changed. Therefore, feed composition tables must be controlled and revised. As far as requirements of animals are concerned, numerous factors must be respected: i.e. growth potential, activity when pasturing, growth curves and potential of protein retention in relation to weight. The parabola is not an adequate model to describe the growth curve. The often occurring sinking of the parabola in the finishing period leads to an underestimation of the protein retention in this period. Today's breeds exhibit high protein retention potentials in the finishing period. Non-balanced rations may cause growth and meat quality problems.

KEY WORDS: pigs, requirements, meat quality, growth, protein retention