



Untersuchung der Energie- und Nährstoffbilanzen in der Vorbereitungs- und Säugephase von Sauen

Dusel G.¹, E. Finck.¹, M. Klaffen², K. Landfried²

¹ Fachhochschule Bingen, FB 1 Life Sciences and Engineering, Berlinstrasse 109, 55411 Bingen

² Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, 67728 Münchweiler

Einleitung

Die Rentabilität der Zuchtsauenhaltung hängt ganz entscheidend von den biologischen Leistungen der Sauen ab. Die Erhöhung der biologischen Leistungen definiert sich überwiegend in einer Steigerung der Zahl lebend geborener, beziehungsweise abgesetzter Ferkel. Auch eine größere Wurfmasse und damit verbunden ein höheres durchschnittliches Geburtsgewicht der Ferkel wird angestrebt, da schwerere Ferkel vitaler sind und dadurch geringere Ferkelverluste aufweisen. Bei steigender Ferkelzahl je Wurf und steigender Aufzuchtleistung in der Säugephase, bedeutet dies, dass die Milchmenge der Sauen steigen muss. Somit steigt auch die erforderliche metabolische Leistung, wobei die Futteraufnahmekapazität der Sauen den Nährstoff- und Energieinput limitiert. Es kann ein Nährstoff- und Energiedefizit entstehen, das durch den Abbau an Körpermasse kompensiert werden muss. Eine energetische Aufwertung des Futters durch Fette oder Öle, sowie auch das Einschmelzen von Körperfett belastet den Leberstoffwechsel und es kann zu einer ketogenen Stoffwechsellaage kommen (IBEN und SCHNURRBUSCH, 1999).

Ziel dieser experimentellen Untersuchung war es den Energieversorgungsstatus sowie Nährstoffaufnahme und Nährstoffbedarf von Zuchtsauen zu ermitteln und mögliche ketogene Stoffwechsellaagen der Zuchtsauen anhand von ausgewählten Blutparametern zu bestätigen.

Material und Methoden

Es erfolgten zwei Versuchsdurchgänge mit insgesamt 14 Sauen, die an der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung Hofgut Neumühle durchgeführt wurden. Als Sauengenetik wurden die Rassen DL, BHZP und JSR ausgewählt. Die Sauen befanden sich im zweiten bis achten Reproduktionszyklus. Nachfolgende Parameter wurden erfasst:

- Futter-, Nährstoff und Energieaufnahme der Sauen und Ferkel (täglich)
- Rückenfettdicke (Stambock-Methode) und Gewicht der Sauen (wöchentlich ab 7. Tag a.p.)
- tägl. Ferkellebendmasse/-entwicklung (täglich)
- Blutparameter

Im Laufe jedes Durchganges wurden drei Blutproben je Sau gezogen. Die Proben wurden vier Stunden nach der morgendlichen Fütterung durch Punktion der *Vena jugularis externa* entnommen. Zeitpunkt der Probenahme war eine Woche a.p., vier und elf Tage p.p. bzw. 28 Tage p.p. Alle Proben wurden im Diagnostik-Labor Laboklin auf Gesamteiweiß, Harnstoff, Calcium, Phosphat (anorg.), Cholesterin, Bilirubin und weitere ketose-typischen Parameter wie NEFA (freie Fettsäuren), β -HBS (beta-Hydroxy-Buttersäure), Insulin und Leberenzymkonzentrationen (GLDH, AST, γ -GT) analysiert.

Die Berechnung der Nährstoff- und Energiebilanz erfolgte aus der aufgenommenen Futtermenge (Input), dem Erhaltungsbedarf der Sau sowie der aufgezogenen Wurfmasse (Ferkelzunahmen). Der Energiebedarf wurde auf Futteräquivalente bezogen, so dass die metabolische Energie der Milch, die zur Erzeugung von einem kg Ferkelmasse notwendig ist, in aufzunehmende Futterenergie umgerechnet wurde. Hierzu wurde der Verwertungsfaktor der Energie für die Milchproduktion (k_p) von 0,7 angesetzt. Der Energiegehalt der Milch wurde mit 5,1 MJ/kg angenommen der Milchbedarf für ein kg Ferkelzuwachs mit 4,1 kg Milch/kg angegeben. Die Beifütterung der Ferkel, die ab dem vierzehnten Lebenstag erfolgte, wurde bei der Berechnung der Milchleistung der Sau beachtet. Für die Berechnung des Erhaltungsbedarfes wurde mit einem täglichen Bedarf von 0,44 MJ ME je Kilogramm metabolischer Körpermasse ($LM^{0,75}$) gerechnet. Das Gewicht der Sauen vom ersten Tag *post partum* wurde dieser Rechnung zugrunde gelegt.

Bei einem Körpermasseabbau von einem kg Körpersubstanz wird eine Energiemenge von durchschnittlich 22 MJ ME freigesetzt. Bei einem Verwertungsfaktor von 0,8 für die Umsetzung dieser Energie in Milchenergie ergibt dies eine Milchmenge von etwa 3,4 Litern. Zur Produktion dieser Milchmenge müsste die Sau alternativ 25 MJ Energie über das Futter aufnehmen. (GfE, 2006)

Ergebnisse und Diskussion

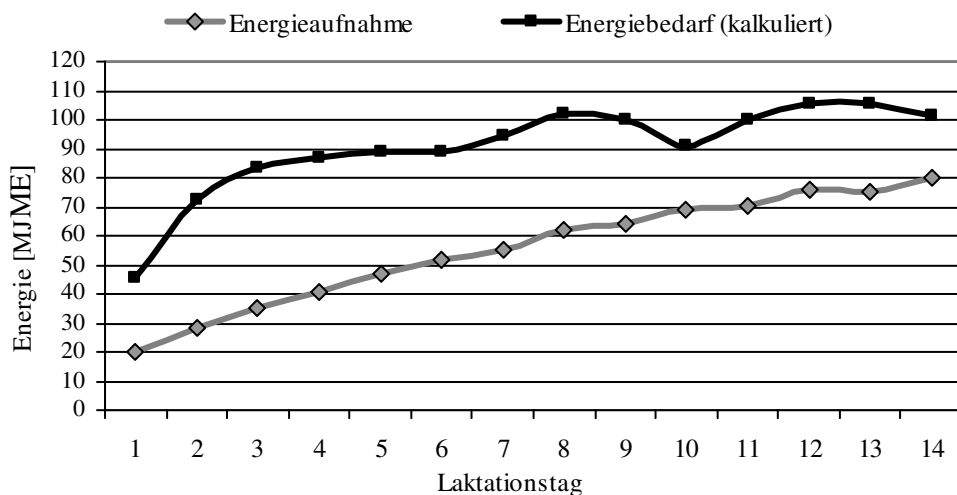
Bei den Sauengewichten konnte während der vierwöchigen Säugeperiode ausnahmslos eine Abnahme festgestellt werden. Die Spanne der Gewichtsverluste *post partum* reichte von 5 kg bis 34 kg. Der mittlere Verlust betrug in dieser Zeitspanne 19 kg. Das mittlere Gewicht der Sauen betrug am ersten Tag *post partum* 264 kg (208 kg bis 321 kg). Die mittlere Rückenfettdicke (RFD) zu Laktationsbeginn betrug 20,4 mm. Die Spanne reichte von 14,7 bis 28,2 mm Fettauflage. Diese reduzierte sich im Mittel um 6,3 mm. Diese Reduktion der RFD bei den 14 untersuchten Sauen beinhaltet Werte von 1,9 bis 10,4 mm.

Tabelle 1: Entwicklung des Gewichtes und der Rückenfettdicke der Sauen (Mittelwerte, n=14):

	Gewicht			Rückenfettdicke		
	absolut [kg]	rel.(%)	(min-max)	absolut [mm]	rel.(%)	(min-max)
7. Tag a.p.	288	109,1	104,8-114,5	20,5	100,5	93,7-108,4
1. Tag p.p.	264	100,0	---	20,4	100,0	---
8. Tag p.p.	258	97,7	93,2-100,4	17,6	86,4	76,9-96,9
15. Tag p.p.	255	96,6	92,5-101,8	16,3	79,8	68,2-95,6
22.Tag p.p.	250	94,4	88,8-100,4	15,1	74,2	60,7-92,5
28. Tag p.p.	246	92,7	86,3-97,7	14,1	69,4	58,6-90,9

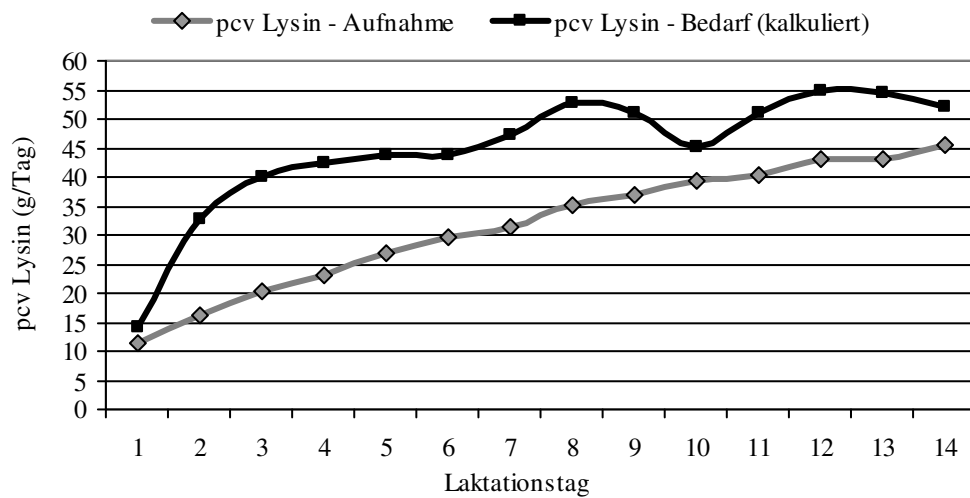
Es war festzustellen, dass jede Sau, bis auf eine Ausnahme, eine negative (kalkulierte) Energiebilanz während der vierwöchigen Säugephase hatte. Im Mittel trat ein Energiedefizit von 690 MJ ME auf. Die aufgenommene Futtermenge reichte somit nicht aus, um den Energiebedarf zu decken. Das höchste Defizit wurde mit -1.375 MJ ME ermittelt.

Abbildung 1: Mittlerer Energiestatus der Sauen (n=14) vom 1. bis 14. Laktationstag:



Bei einer Annahme einer mittleren pc VQ des Lysin von 85% beträgt die intermediäre Verwertung des pcv Lys 74%. Der Bedarf an pcv Lys je kg Sauenmilch errechnet sich somit zu 5,1 g/kg. Bei einem Milchaufwand von 4,1 kg/kg Ferkelmassezuwachs ergibt sich ein Bedarf an pcv Lys von 20,9 g/kg Ferkelmassezuwachs. (GfE, 2006)

Abbildung 2: Mittlere pcv Lysin – Aufnahme / Bedarf der Sauen (n=14) vom 1. bis 14. Laktationstag:

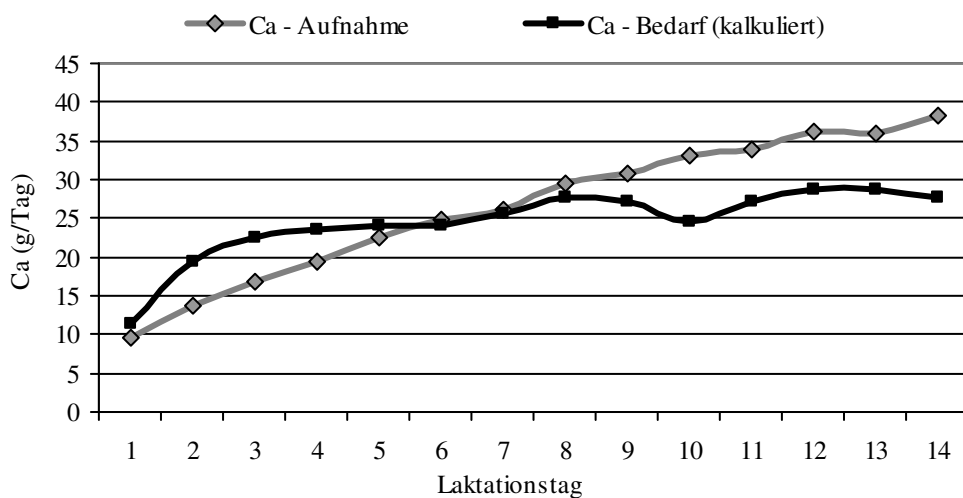


Durch Körpermassenverluste erhält man eine weitgehend konstante Proteinmobilisierung von 150 g je kg Lebendmasse. Bei einem Gehalt an Lysin im Körperprotein von 7,1 g/16 g N und einer Verwertung des mobilisierten Lys für Milchbildung von 85%, liefert 1 kg Körpermassenabbau 9 g Lys in der Milch. Bezogen auf das Futter können je 1 kg Körpermasseabbau 12 g pcv Lys eingespart werden. (GfE, 2006) Wie aus Abb.2 zu erkennen ist, besteht insbesondere in der ersten Laktationswoche ein deutliches pcv Lysin-Defizit. Dieses kann auch durch den Körpermasseabbau nicht abgedeckt werden. Im Mittel hatten die Sauen einen täglichen Körpermasseabbau von 0,650 kg. Somit würde dieses im Mittel lediglich 7,8 g pcv Lys je Tag kompensieren können.

Die Kalkulation des Ca-Bedarfes von Sauen basiert auf die Faktoren für die Ableitung des Nettobedarfes an Calcium der GfE (2006).

- Calcium-Gehalt der Milch von 2,2 g/ kg
- unvermeidliche Verluste von 20 mg/ kg Lebendmasse und Tag
- Gesamtverwertbarkeit von Calcium von 70 %

Abbildung 3: Mittlere Ca-Aufnahme / Bedarf der Sauen (n=14) vom 1. bis 14. Laktationstag:



Das kalkulierte Ca-Defizit bedingt durch die geringe Futteraufnahme wurde am 6. Laktationstag durch die Ca-Aufnahme ausgeglichen. Es ist zu erwarten, dass dieses Defizit durch die Homöostase ausgeglichen werden kann.

Die Blutparameter wurden auf eine Korrelation mit den errechneten Energiebilanzen zum Zeitpunkt der Blutprobennahme überprüft. Bezüglich des Energiedefizits besteht die größte Beziehung mit dem Gehalt an Cholesterin. Auch der Gehalt an Harnstoff ist, bei einem Korrelationskoeffizient von 0,63, mit dem Wert der Energiebilanz korreliert. Die höchste Korrelationskoeffizient ($r=0,66$) zweier Blutparameter besteht zwischen dem Bilirubingehalt und dem NEFA-Gehalt.

Anhand der analysierten Werte wurde keine signifikante Beziehung zwischen den ermittelten Energiebilanzen und den ketose-typischen Blutparameter β -HBS und NEFA festgestellt. Die in der Untersuchung verwendete Analysegenauigkeit dieses Parameters (mmol/l) wird bei der Diagnostik von Ketose bei Milchkühen verwendet. REVELL et al. (1998) und NEWCOMB et al. (1991) analysierten das Blut bei ihren Untersuchungen an Zuchtsauen ebenfalls auf β -HBS, jedoch im μ mol-Bereich. REVELL et al. (1998) ermittelten bei ihren Untersuchungen Werte von 6-42 μ mol β -HBS/l. Die Werte von NEWCOMB et al. (1991) lagen zwischen 11 und 253 μ mol β -HB/l. Die ermittelten geringen Werte deuten darauf hin, dass die verwendete Analysegenauigkeit bei β -HBS in vorliegender Studie nicht ausreichend war, um Korrelationen mit der Energiebilanz zu ermitteln. Zu dem traten keine klinischen Anzeichen bei den Sauen auf, die auf eine akute Ketose hindeuteten.

Die Freien Fettsäuren (NEFA, nonesterified fatty acids), die im Bereich der Milchviehhaltung ebenfalls zur Diagnose ketotischer Stoffwechsellagen herangezogen werden, zeigten in vorliegender Untersuchung ebenfalls keinen Zusammenhang mit den ermittelten Energiebilanzen. WELDON et al. (1994) konnten bei Untersuchungen an Sauen, die während der Laktation unterschiedlich energetisch versorgt wurden, eine Beziehung zwischen dem NEFA-Gehalt im Blut und der Energieversorgung feststellen. Die von WELDON et al. (1994) verwendete Analysegenauigkeit (μ Eq/l) war höher als die in vorliegender Untersuchung verwendete Einheit (mmol/l). Die Übertragung der Analysegenauigkeit für Blutproben aus dem Bereich der Milchkuhhaltung auf den Bereich der Zuchtsauenhaltung ist möglicherweise nicht gegeben. Zur Bewertung der Blutinhaltsstoffe bei Schweinen hätte die Analyse der Konzentration der Substanzen mit einer höheren Analysegenauigkeit eventuell eine bessere Aussagekraft ergeben.

Mittelwerte der untersuchten Blutparameter getrennt nach den jeweiligen Probenahmezeitpunkten:

Substanz:	7 Tage a.p. (n=14)	4 Tage p.p. (n=14)	11 Tage p.p. (n=6)	28 Tage p.p. (n=8)	Referenzwerte (verschiedene Autoren)
Gesamteiweiß [g/l]	77 (70-85)	79 (72-87)	84 (74-96)	74 (69-79)	55-86
Harnstoff [mmol/l]	6,7 (5,5-8,5)	4,9 (3,2-7,1)	5,7 (4,9-7,0)	6,5 (5,2-8,5)	3,3-8,3
Cholesterin [mmol/l]	1,8 (1,2-2,3)	1,6 (1,2-2,0)	1,8 (1,2-2,3)	1,9 (1,5-2,5)	2,0-3,3
GLDH [U/l]	1,1 (0,3-0,6)	1,3 (0,4-3,3)	1,5 (0,8-3,6)	1,0 (0,4-2,3)	< 4,0
NEFA [mmol/l]	0,1 (0,1-0,3)	0,1 (0,1-0,3)	0,2 (0,1-0,6)	0,3 (0,1-0,8)	0,1-0,5
AST (GOT) [U/l]	20 (8,5-49,3)	30 (10,1-88)	16 (13,3-23,6)	14 (9,4-17,8)	< 35
gamma-GT [U/l]	26 (13-42)	28 (16-46)	39 (16-77)	38 (16-62)	< 45
Bilirubin [μ mol/l]	0,8 (0,3-1,6)	1,2 (0,5-2,1)	1,7 (0,5-4,4)	1,6 (1,2-2,0)	< 4,3
Calcium [mmol/l]	2,6 (2,5-2,9)	2,6 (2,3-3,0)	2,4 (2,4-2,5)	2,7 (2,5-2,9)	2,4-3,5
Phosphat [mmol/l]	2,4 (2,0-3,0)	2,0 (1,5-2,8)	2,1 (1,8-2,7)	1,8 (1,4-2,2)	2,1-3,3
β -HBS [mmol/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,6
Insulin [μ U/ml]	18 (3-58)	22 (3-92)	28 (9-72)	7 (2-18)	k.A.

Schlussfolgerung

Die errechneten Energiebilanzen, die Reduktion der Rückenfettdicke und des Körpergewichts während der Säugephase zeigen, dass in dieser Phase katabole Prozesse ablaufen. Der Abbau von Körpersubstanz erfolgt zur Kompensation energetischer Unterversorgung sowie der Nährstoffversorgung. In welcher Höhe und Intensität dieser Abbau erfolgen muss, damit das Krankheitsbild einer Ketose auftritt, beziehungsweise Blutparameter diesen Zustand anzeigen, konnte in vorliegender Untersuchung nicht ausreichend ermittelt werden. Eine Indikator-Substanz im Blut und ein dazu gehörender Schwellenwert, der eine eindeutige Diagnose einer Ketose bei Sauen zulässt, ist bisher aus der Literatur nicht bekannt. Eine zuverlässige Ermittlung des Energieversorgungsstatus von Zuchtsauen anhand von Blutproben wäre eine Möglichkeit, frühzeitig Maßnahmen zu ergreifen, die das Auftreten klinischer Symptome einer Ketose verhindern. In unserer Untersuchung wurden Nährstoff- und Energiedefizite während der Säugephase festgestellt (kalkuliert), aber es konnten keine Blutparameter herausgestellt werden, die in einer signifikanten Beziehung zu dem ermittelten Defizit stehen.

Literatur

ALSOP, J. E., HURNIK, D., BILDFELD, R. J. (1994): Porcine ketosis: A case report and literature summary, Swine health and production, Journal, S. 5-8

GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen, DLG-Verlag Frankfurt

IBEN, B. und SCHNURRBUSCH, U. (1999): Sauenbesamung: eine praktische Anleitung, Verlag für Agrarwissenschaften und Veterinärmedizin, Aus der Schriftenreihe des Arbeitskreises Großtierpraxis, Dannenberg

NEWCOMB, M. D., HARMON, D. L., NELSEN, J. L., THULIN, A. J., ALLEE, G. L. (1991): Effect of energy source fed to sows during late gestation on neonatal blood metabolite homeostasis, energy stores and composition, J. Anim Sci. 69: 230-236

REVELL, D. K., WILLIAMS, I. H., MULLAN, B. P., RANFORD, J. L., SMITS, R. J. (1998): Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: I. Voluntary feed intake, weight loss, and plasma metabolites, J. Anim Sci. 76: 1729-1737

WELDON, W. C., LEWIS, A. J., LOUIS, G. F., KOVAR, J. L., GIESEMANN, M. A., MILLER, P. S. (1994): Postpartum hypophagia in primiparous sows: I. Effects of gestation feeding level on feed intake, feeding behavior, and plasma metabolite concentrations during lactation, J. Anim Sci. 72: 387-394