

Praxiserfahrungen mit L-Carnitin

Dr. Stephan Jacobs (Cuxhaven)

1. Einleitung

Erstmals berichtete HARMEYER (1997) im Rahmen dieser Tagungsreihe ausführlich über die physiologische Rolle von L-Carnitin sowie über die Auswirkungen von Mangel und Zulagen bei Haustieren. NELSSSEN (1999) stellte an gleicher Stelle verschiedene an der Kansas State University durchgeführte Studien vor, die positive Effekte von L-Carnitin auf die Reproduktionsleistung bei Zuchtsauen belegten. Ausgehend von diesen Erkenntnissen hat L-Carnitin in der amerikanischen Sauenfütterung bereits eine breite Anwendung gefunden. Dort erhalten etwa 800.000 Sauen (dies entspricht ca. 10 % der Gesamtpopulation) mit L-Carnitin supplementiertes Futter (OWEN, 2001).

L-Carnitin hat im Laufe der letzten Jahre aber auch in Europa stetig an Bedeutung gewonnen. Begünstigt wurde diese rasche Entwicklung durch den kontinuierlichen Gewinn an neuen Erfahrungen beim Einsatz von L-Carnitin in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere. In Zusammenarbeit mit verschiedenen wissenschaftlichen Instituten im In- und Ausland konnten die Kenntnisse über die Effekte und die Wirkungsweise von L-Carnitin stetig erweitert werden, insbesondere der Einfluss auf das Reproduktionsgeschehen bei Zuchtsauen stand im Mittelpunkt dieser Arbeiten (EDER et al., 2001; WEBER et al., 2000). Dabei konnten die Ergebnisse der amerikanischen Studien - trotz abweichender Haltung- und Fütterungsbedingung in Europa - im wesentlichen reproduziert werden.

In der Zwischenzeit liegen auch erste Ergebnisse von Untersuchungen aus der landwirtschaftlichen Praxis vor. Zusammen mit einer kurzen Übersicht zu den derzeit bedeutenden Anwendungsbereichen von L-Carnitin in der Tierernährung werden diese nachfolgend vorgestellt.

2. Anwendungsbereiche für L-Carnitin

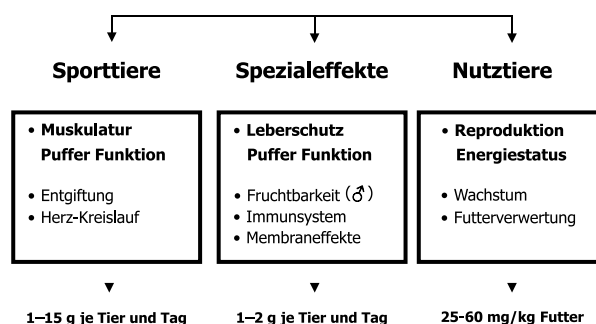
2.1 Funktionen von L-Carnitin

Forschungen der letzten Jahre haben mehrfach Hinweise und experimentelle Belege dafür erbracht, dass L-Carnitin nicht nur die mitochondriale Fettsäureverbrennung fördert (BÖHLES et al., 1983; OWEN et al., 1996), sondern auch andere biochemische Aufgaben erfüllen kann. Dazu zählen seine Funktion als Acetylpuffer, die Aufrechterhaltung ausreichend hoher Coenzym-A-Konzentrationen in den Mitochondrien unter Bedingungen der anaeroben Energiegewinnung, die Ankurbelung des Tricarbonsäurezyklus und die Stimulation des ATP-Transports aus den Mitochondrien bei intensiver Muskelarbeit.

Auf die einzelnen Funktionen sowie die physiologische Rolle von L-Carnitin im Stoffwechsel soll jedoch nicht im Detail eingegangen werden, da die entscheidende katalytische und metabolische Funktion des L-Carnitins im Intermediärstoffwechsel landwirtschaftlicher Nutztiere bereits an anderer Stelle ausführlich beschrieben wurde (HARMEYER, 1997). Zur besseren Einordnung und im Hinblick auf den praktischen Nutzen von L-Carnitin in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere werden nachfolgend die derzeit bedeutenden Anwendungsgebiete (Abb. 1)

dargestellt. Sie sind zum Teil tierartsspezifisch und beschreiben unterschiedliche metabolische Funktionen des L-Carnitins.

Abbildung 1: Anwendungsgebiete für L-Carnitin



2.2 Wirkungsweise von L-Carnitin

In Situationen, in denen die effektive Energiebereitstellung ein hohes Leistungsvermögen oder die Gesundheit der Tiere gewährleisten soll, hat L-Carnitin aufgrund seiner Schlüsselfunktion im Energiestoffwechsel eine besondere Bedeutung (SILIPRANDI et al., 1994; Di LISA et al., 1995; SCHOLTE et al., 1996). Als Co-Faktor katalysiert L-Carnitin die Durchschleusung von aktivierten Fettsäuren durch die Mitochondrienmembran. Nur mit Hilfe von L-Carnitin ist der Transport aktivierter Fettsäuren mittlerer und längerer Kettenlänge durch die innere Mitochondrienmembran zum Ort der Fettsäureverbrennung möglich. Entscheidend wirkt L-Carnitin ebenfalls in Situationen mit „entgleistem“ Fettsäurestoffwechsel als sogenannte Puffersubstanz für energiereiche Intermediärsubstanzen.

Stoffwechselsituationen mit einem erhöhten Bedarf an L-Carnitin sind bei sehr jungen Tieren mit eingeschränkter endogener Carnitinsynthese anzutreffen (BORUM, 1986). Sie treten insbesondere aber auch bei hochleistenden und / oder reproduzierenden Tieren auf, die bekanntermaßen einen hohen Anspruch an die bedarfsgerechte Energieversorgung haben.

2.3 Sporttiere

Für die Funktion des L-Carnitins als Acylspeicher im arbeitenden Muskel oder in der Leber ist eine vergleichsweise hohe tägliche Aufnahme über das Futter notwendig. Die Versorgungsempfehlung liegt daher ähnlich wie bei Hochleistungssportlern im Bereich von mehreren Gramm je Tier und Tag.

Bei intensiver Muskelarbeit, wie sie beispielsweise bei Sportpferden vorherrscht, lässt sich mit Zulagen von täglich 10 bis 15 g L-Carnitin eine entsprechende Anreicherung von L-Carnitin im Plasma und Muskelgewebe erzielen. L-Carnitin kommt dabei im Muskel in molarer Konzentration vor, während die Konzentrationen der übrigen am Energieumsatz beteiligten Intermediärprodukte im mikromolaren Bereich liegt (HARMEYER, 1997). Hohe Plas-

makonzentrationen verleihen L-Carnitin die Fähigkeit, als Speicher zu fungieren und in einem stöchiometrischen Verhältnis mit dem energiereichen Substrat Acetyl-CoA zu reagieren. Diese Fähigkeit kann genutzt werden, um eine Anreicherung toxischer Konzentrationen von Acyl-CoA während der Muskelarbeit zu vermeiden. Von Bedeutung ist ebenfalls die L-Carnitin abhängige Beeinflussung des Verhältnis von freiem zu gebundenem CoA in den Mitochondrien. Durch die Bindung von Acetylgruppen, kann L-Carnitin die Erzeugung von Acetyl-CoA - als Folge des Abbaus von Pyruvat zu Acetat - vermindern und so eine Erschöpfung der CoA-Reserven verhindern. Dadurch reduziert L-Carnitin die Umwandlung von Pyruvat zu Milchsäure und wirkt infolgedessen auch einer vorzeitigen Ermüdung entgegen. Das unter diesen Bedingungen gebildete Acetylcarnitin steht als Reserve von „aktivem Acetat“ für die Energieproduktion beispielsweise während der Aufwärm- und Erholungsphase wieder zur Verfügung.

2.4 Spezialeffekte

Die puffernde Wirkung von L-Carnitin kommt ebenfalls in Situationen mit verstärkter Lipolyse zum Tragen, wie z. B. in der perinatalen Phase des Milchrindes, wenn aufgrund des erhöhten Energiebedarfs für die einsetzende Milchbildung vermehrt Depotfett mobilisiert wird. In einer solchen Stoffwechselsituation steht nicht der Muskel, sondern die Leber im Vordergrund des Geschehens. Die Acetylgruppe des aus Lipolyse und Fettsäureabbau vermehrt anfallenden Acetyl-CoA wird bei Bedarf verstärkt auf L-Carnitin übertragen. Das dabei entstehende Acyl-Carnitin kann von der Leber an das Blut abgegeben werden.

Versuche erbrachten den Hinweis, dass eine L-Carnitin Zulage die Ketogenese der Leber erhöht und gleichzeitig die Ketonkörperverbrennung durch periphere Gewebe stimuliert. Dies war verbunden mit einer Abnahme der Ketonkörperkonzentration des Plasmas. Hier müssen weitere Versuche zeigen, ob den sich bei diesen Tieren entwickelnden ketogenen Stoffwechselsituationen durch Zufuhr von L-Carnitin vorgebeugt werden kann und dadurch positive Wirkungen auf die Leistung erzielt werden können.

2.5 Reproduktion

In den zurückliegenden 3 Jahren wurde die Wirkung einer L-Carnitin Zulage auf das Reproduktionsgeschehen von Zuchttieren intensiv untersucht. Bekanntermaßen entscheidet über die Vitalität und Fruchtbarkeit hochleistender landwirtschaftlicher Nutztiere eine bedarfsgerechte Versorgung mit allen notwendigen Nähr- und Wirkstoffen. Einen besonderen Stellenwert nimmt bei reproduzierenden Tieren eine dem jeweiligen physiologischen Status angepasste Energieversorgung ein. Die starke Abhängigkeit der Reproduktionsleistung von der jeweiligen Fütterungssituation ist insbesondere bei hochleistenden Zuchtsauen hinlänglich bekannt.

Die entscheidende Forderung an die Fütterung im Hinblick auf eine erfolgreiche Ferkelerzeugung besteht darin, die Fruchtbarkeit der Sauen auf einem hohen Niveau zu stabilisieren, ohne deren Nutzungsdauer zu beeinträchtigen.

In dieser Hinsicht belegen aktuelle wissenschaftliche Studien positive Effekte einer L-Carnitin Zulage von 50 mg je

kg Futter auf die Reproduktionsleistung von Zuchtsauen (FREMAUT, 1993; MUSSER et al., 1996; EDER et al., 2001). Eine Verbesserung der Reproduktionsleistung der Zuchtsauen wird von diesen Autoren mit der Schlüsselrolle von L-Carnitin im Energiestoffwechsel in Verbindung gebracht. Im Rahmen einer intensiven Tierproduktion kommt demzufolge auch der L-Carnitin Versorgung eine entscheidende Bedeutung zu.

3. Natürliche L-Carnitin Gehalte in Futtermitteln

L-Carnitin ist für Menschen und Tiere lebensnotwendig. Es kann jedoch im Körper selbst (hauptsächlich in der Leber) gebildet werden. Mit Ausnahme sehr junger Tiere ist die Versorgung mit L-Carnitin daher für gesunde Tiere mit mittlerer Leistung durch die Eigensynthese sowie über die nativen Gehalte der mit der Nahrung aufgenommenen Futtermittelkomponenten (Tab. 1) gedeckt. Rationskomponenten tierischen Ursprungs sind in diesem Zusammenhang als gute natürliche L-Carnitin Lieferanten anzusehen.

Tabelle 1: L-Carnitin Gehalte in Futtermitteln (mg/kg)

Pflanzliche Produkte			
Mais	5	Soja	20
Gerste	10	Raps	10
Weizen	5	Sonnenblumen	10
Weizenkleie	15	Baumwollssaat	5
Hafer	5		
Tierische Produkte			
Tiermehl	150	F.-Knochenmehl	80
Fischmehl	120	Plasmaprotein	15
Federmehl	10	Blutmehl	10

Tier- und Fischmehle beispielsweise liefern bis zu 150 mg L-Carnitin je kg. Betrachtet man dagegen Futtermittelkomponenten pflanzlichen Ursprungs wie Getreide und deren Nachprodukte sowie Nachprodukte der Ölherstellung, so liegen die Gehalte in einem vergleichsweise niedrigen Bereich von 5 bis maximal 20 mg L-Carnitin je kg der Originalsubstanz. Zur Kalkulation der natürlichen L-Carnitin Gehalte in Futtermischungen liegen neben den in Tabelle 1 aufgeführten, weitere verlässliche Gehaltsangaben für eine Vielzahl anderer üblicher Komponenten vor (HARMEYER, 1998).

Unter Einbeziehung des im November 2000 ausgesprochenen Verfütterungsverbots für eine Reihe dieser hier aufgeführten L-Carnitin-reichen Ausgangssubstanzen tierischen Ursprungs ist mit deutlich niedrigeren L-Carnitin Gehalten in typischen Rationen zu rechnen. Üblicherweise enthielten Alleinfutter für Schweine und Geflügel z. T. 5 bis 7 % Tiermehle, in Proteinkonzentraten sogar bis zu 40 %. Bei einem Verzicht auf diese Komponenten reduziert sich der Gehalt im Alleinfutter für Sauen um fast die Hälfte.

Am Beispiel einer praxisüblichen Futterzusammensetzung für tragende und säugende Sauen wurde der L-Carnitin Gehalt im Endfutter berechnet (Tab. 2). Unter Berücksichtigung von 3 % Fischmehl in einer Ration für tragenden Sauen bzw. 5 % in einer Ration für säugende Sauen beträgt der kalkulierte Gehalt an L-Carnitin aus den verwendeten Komponenten 11 mg bzw. 15 mg je kg Alleinfutter. Wird bei der Futterzusammenstellung ausschließ-

lich auf Komponenten pflanzlichen Ursprungs zurückgegriffen liegt der Gehalt an nativem L-Carnitin deutlich niedriger und zwar zwischen 9 und 10 mg je kg Futter.

Tabelle 2: Sauenrationen mit und ohne Fischmehl (Mischungsanteile in %)

	Sauen tragend		Sauen säugend	
Weizen	10,0		30,0	35,0
Gerste	47,5	50,0	48,3	35,0
Triticale	20,0			
Mineralfutter	2,5	2,0	3,7	3,0
Soja	5,0		18,0	10,0
Fischmehl		3,0		5,0
Rapskuchen		5,0		
Luzernemehl	15,0	10,0		
Weizenkleie	10,0			10,0
Trockenschnitzel		20,0		
Sojaöl				2,0
ME, MJ /kg	11,4	11,0	12,8	12,7
XP, %	14,1	13,3	17,1	16,8
L-Carnitin, mg/kg	9,0	11,0	10,0	15,0

Basierend auf den Ergebnissen wissenschaftlicher Untersuchungen sind nach aktuellem Kenntnisstand jedoch mindestens 50 mg L-Carnitin je kg Futter notwendig, um eine optimale Versorgung der Sauen sicherzustellen. Eine Supplementierung von 50 mg Carnitin je kg Futter während der Trage- und Säugephase führte in diesen Versuchen zu einer deutlichen Verbesserung der Reproduktionsleistung von Zuchtsauen. Die Differenz von 30 bis 40 mg je kg (je nach Rationszusammensetzung) kann nur durch die Zugabe von L-Carnitin ausgeglichen werden.

4. Praxisuntersuchungen

4.1 Lebendmasseentwicklung von Sauen

In Zusammenarbeit mit größeren Ferkelerzeugern in Deutschland, Frankreich und Österreich wurde überprüft, ob auch unter Praxisbedingungen die endogene Synthese sowie die nur geringfügige Zufuhr von L-Carnitin über die Fütterung für Hochleistungsanforderungen ausreicht oder ob die Leistungsfähigkeit von Zuchtsauen in solchen Phasen durch eine zielgerichtete Zulage mit L-Carnitin deutlich verbessert werden kann.

In diesen Praxisuntersuchungen (Tab. 3) wurden jeweils rund 120 Tiere über einen Reproduktionszyklus beobachtet und in die Auswertung einbezogen. Die Dauer der Säugeperiode war betriebsspezifisch, lag jedoch für alle Betriebe im praxisüblichen Bereich von 20 bis 28 Tagen.

Die Versuchstiere erhielten ein Supplement, das eine tägliche L-Carnitin Aufnahme von 125 mg während der Tragephase bzw. 250 mg während der Säugeperiode gewährleistete. Erfolgte die L-Carnitin Zulage über eine kommerzielle Futtermischung so wurde bei Unterstellung üblicher Futteraufnahmen L-Carnitin in Höhe von 50 mg je kg Futter zudosiert.

Die Bestimmung der Lebendmasseveränderung der Sauen erfolgte durch individuelle Wägungen beim Belegen sowie nach Ende der Säugeperiode. In der mit Stern ge-

Tabelle 3: Einfluss einer L-Carnitin Zulage im Sauenfutter auf die Lebendmasseentwicklung von Sauen (Praxisuntersuchungen 2000 bis 2001)

Sauenzahl Säugezeit	L-Carnitin mg/kg	Lebendmasse, kg		Differenz, kg	
		Belegung (B)	Absetzen (A)	Δ B-A	
125 Sauen* 28 Tage	0 50	279 280	230 235	-49 -45	- 4
106 Sauen 21 Tage	0 50	260 255	218 212	-42 -43	+ 1
120 Jungsau 20 Tage	0 50	194 199	175 187	-19 -12	- 7
127 Jungsau 21 Tage	0 50	183 185	152 161	-31 -24	- 7

kennzeichneten Praxisuntersuchung konnte davon abweichend der Lebendmasseverlust der Zuchtsauen während der Säugeperiode bestimmt werden.

In allen Untersuchungen war bei den Zuchtsauen erwartungsgemäß eine deutliche Abnahme der Lebendmasse mit unterschiedlicher Ausprägung in den einzelnen Feldversuchen zu beobachten. Die mit L-Carnitin versorgten Sauen zeigten eine bis zu 7 kg geringere Abnahme zwischen dem Belegen und dem Absetzen der Ferkel. Auffällig deutlich war in zwei Praxisbetrieben dabei der Effekt einer L-Carnitin Zulage auf den laktationsbedingten Lebendmasseverlust bei den Jungsau.

Diese Beobachtung steht in guter Übereinstimmung mit Ergebnissen aus Untersuchungen von MUSSER und Mitarbeitern (1997), WEBER und Mitarbeitern (2000) und EDER und Mitarbeitern (2001). Auch dort sprechen die Befunde dafür, dass insbesondere Jungsau im Hinblick auf die Entwicklung ihrer Lebendmasse deutlicher auf eine L-Carnitin Zulage reagieren, als Sauen mit höherer Würfzahl.

Es ist bekannt, dass Jungsau aufgrund des noch nicht abgeschlossenen Wachstums einen höheren Anspruch an die Energieversorgung während der beiden ersten Reproduktionszyklen haben. Eine effizientere Energiebereitstellung durch die L-Carnitin Zulage könnte einen Erklärungsansatz für die beobachteten positiven Effekte auf die Lebendmasseentwicklung der Erstlingsauen darstellen.

In zukünftigen Studien sollte weiterhin geklärt werden, inwieweit sich der positive Effekt einer L-Carnitin Zulage auf die Körperkondition von Zuchtsauen auch langfristig auf das Fruchtbarkeitsgeschehen sowie die Nutzungsdauer auswirken wird.

4.2 Lebendmasseentwicklung von Saugferkeln

Neben einer guten Körperkondition der Sauen ist auch die Entwicklung der Lebendmasse von Saugferkeln entscheidend für den Erfolg der Ferkelproduktion. Es ist zu beachten, dass die nachfolgend beschriebenen Effekte auf die Leistung der Nachzucht von Sauen ausschließlich auf die Behandlung der Sauen zurückzuführen sind, da

die Saugferkel selbst in den Untersuchungen kein mit L-Carnitin angereichertes Beifutter erhielten. Die Lebendmassen der Ferkel bei der Geburt und beim Absetzen sind jeweils in kg aufgeführt. Die Leistungen der Kontrolltiere wurde als 100 % gesetzt, die behandlungsbedingten Unterschiede sind relativ zur Kontrolle in Prozent angegeben (Tab. 4).

Tabelle 4: Einfluss einer L-Carnitin Zulage im Sauenfutter auf die Lebendmasseentwicklung von Saugferkeln (Praxisuntersuchungen 2000 und 2001)

Sauenzahl Säugeperiode	L-Carnitin mg/kg	Lebendmasse der Ferkel, kg			
		Geburt	relativ	Absetzen	relativ
125 Sauen 28 Tage	0	1,46	100	7,6	100
	50	1,51	103	8,0	105
106 Sauen 21 Tage	0	1,34	100	6,9	100
	50	1,53	114	7,3	106
120 Jungsauen 20 Tage	0	1,40	100	5,3	100
	50	1,30	93	5,5	104
189 Sauen 28 Tage	0	1,43	100	8,3	100
	50	1,46	102	8,5	102

Im Vergleich zu den Kontrolltieren fiel zum Zeitpunkt der Geburt die Lebendmasse der Ferkel, die aus den Sauengruppen mit L-Carnitin Zulage stammten, um 2 bis 14 % höher aus. Diese Beobachtungen stehen ebenfalls in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus den Arbeiten von MUSSER und Mitarbeitern (1997) und EDER und Mitarbeitern (2001). Dort betrug die Erhöhung der Lebendmasse bei der Geburt bis zu 100 g je Ferkel.

Dies ist natürlich auch ökonomisch von großem Interesse. Besteht doch ein bekannter Zusammenhang zwischen der Höhe der Lebendmasse bei der Geburt und der Überlebensrate der Ferkel sowie der Wachstumsintensität in den nachfolgenden Lebensabschnitten. Das Erreichen einer bis zu 6 % höheren Lebendmasse beim Absetzen für Ferkel aus den mit L-Carnitin versorgten Sauengruppen bestätigt den oben angeführten Zusammenhang.

Noch deutlicher erweist sich der Effekt einer L-Carnitin Zulage auf die Lebendmasse des Wurfs zum Zeitpunkt des Absetzens (Tab. 5). Sowohl bei leicht verbesserter aber auch bei gleicher Anzahl abgesetzter Ferkel erhöhte sich die Lebendmasse des Wurfs gegenüber den Kontrollwürfen in einem Bereich von 3 bis 7 %. Eine hohe Lebendmasse beim Absetzen ist erwünscht, lässt sie doch eine intensivere Wachstumsleistung während der Aufzuchtphase und in der nachfolgenden Mast erwarten. Inwieweit sich der Einfluss einer L-Carnitin Zulage im Sauenfutter auch auf eine besonders von Mästern geforderte homogenere Verteilung der Lebendmasse von Ferkel innerhalb eines Wurfs auswirken kann, muss in weiterführenden Versuchen geklärt werden.

4.3 Anzahl geborener und abgesetzter Ferkel

Unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten ist für den Ferkelerzeuger die Anzahl verkaufsfähiger Endprodukte von entscheidender Bedeutung. Auch unter diesem Aspekt wurde in den hier beschriebenen Praxisuntersuchungen ei-

Tabelle 5: Einfluss einer L-Carnitin Zulage im Sauenfutter auf die Anzahl und die Wurfmasse abgesetzter Ferkel (Praxisuntersuchungen 2000 und 2001)

Sauenzahl Säugeperiode	L-Carnitin mg/kg	Ferkel/ Wurf	Wurfmasse	
			kg	relativ
125 Sauen 28 Tage	0	9,4	70,8	100
	50	9,4	75,5	107
106 Sauen 21 Tage	0	10,4	76,7	100
	50	10,6	79,1	103
120 Jungsauen 20 Tage	0	9,1	48,1	100
	50	9,2	50,5	105
189 Sauen 28 Tage	0	9,9	82,0	100
	50	10,2	87,3	107

ne Verbesserung in den Parametern Anzahl geborener und abgesetzter Ferkel beobachtet (Tab. 6). Die Anzahl geborener Ferkel in den mit L-Carnitin versorgten Sauengruppen erhöhte sich bis zu 8 %. Einhergehend mit den ebenfalls oft beobachteten geringeren Ferkelverlusten während der Säugeperiode führte dies in der Summe zu einer erhöhten Anzahl abgesetzter Ferkel in einer Spanne von 1 bis 3 %. Je Sau und Wurf entspricht dies etwa 0,1 bis 0,3 zusätzlich abgesetzter Ferkel. Unterstellt man diesen Wert für die Berechnung der Reproduktionsleistung einer Zuchtsau im Verlauf eines Jahres, so kann infolge der Carnitin Zulage in den hier vorgestellten Praxisuntersuchungen mit etwa 0,3 bis zu 0,7 zusätzlich abgesetzten Ferkeln gerechnet werden.

Tabelle 6: Einfluss einer L-Carnitin Zulage im Sauenfutter auf die Anzahl geborener und abgesetzter Ferkel (Praxisuntersuchungen 2000 und 2001)

Sauenzahl Säugeperiode	L-Carnitin mg/kg	Ferkelzahl			
		Geburt	relativ	Absetzen	relativ
125 Sauen 28 Tage	0	11,8	100	9,3	100
	50	11,9	101	9,4	101
106 Sauen 21 Tage	0	11,4	100	10,4	100
	50	12,1	106	10,6	102
120 Jungsauen 20 Tage	0	10,2	100	9,1	100
	50	10,0	98	9,2	101
189 Sauen 28 Tage	0	11,1	100	9,9	100
	50	12,0	108	10,2	103

Bei der Bewertung der hier dargestellten Ergebnisse ist sicherlich zu beachten, dass alle Versuche unter Praxisbedingungen durchgeführt wurden. Demzufolge können nicht die gleichen wissenschaftlichen Ansprüche wie beispielsweise bei Institutsversuchen angelegt werden. So ist auch eine statistische Auswertung der Ergebnisse schwierig und signifikante Effekte sind selten abzuschließen. Aufgrund der Beständigkeit und der gleichgerichteten Ergebnisse in allen durchgeführten Praxisuntersuchungen, die sich auch größenordnungsmäßig gut in die Beobachtungen der wissenschaftlichen Untersuchungen einreihen

lassen, scheint es gerechtfertigt, die beobachteten Effekte eindeutig der L-Carnitin Zulage in Höhe von 50 mg je kg Futter zuzuordnen.

5. Fazit

In umfangreichen Feldversuchen konnte der positive Effekt einer Zulage von L-Carnitin in Höhe von 50 mg je kg Futter während der Trage- und Säugeperiode reproduziert werden. Die Aufzuchtleistung der Zuchtsauen konnte hierdurch nachhaltig verbessert werden. Diese Aussage stützt sich im wesentlichen auf die entscheidenden Kenngrößen wie Körperkondition und Fitness der Sauen sowie Anzahl, Vitalität und Lebendmasseentwicklung der Ferkel. Die tendenziell deutlicheren Effekte einer L-Carnitin Zulage auf die Körperentwicklung und die Reproduktionsleistung von Jungsaugen lassen auf einen erhöhten Anspruch an die Energieversorgung in diesem kritischen Lebensabschnitt schließen.

Aus den beobachteten Effekten kann zum derzeitigen Zeitpunkt jedoch noch kein schlüssiger Wirkmechanismus des L-Carnitins abgeleitet werden. Alleine über die bisher bekannten Funktionen von L-Carnitin im Fettstoffwechsel lassen sich diese Effekte allerdings nicht ausreichend erklären. EDER und Mitarbeiter (2001) vermuten einen positiven Einfluss von L-Carnitin auf die Nährstoffversorgung der Föten. Andere Autoren sehen einen Zusammenhang zwischen der L-Carnitin Versorgung der Sauen während der Trächtigkeit und der Stimulierung körpereigener Wachstumshormone wie Insulin und IGF I. Letztere werden verantwortlich gemacht für einen erhöhten Muskelfaseransatz der Föten (MUSSEER et al., 1999). Diese und andere Fragestellungen werden derzeit von verschiedenen Wissenschaftlern bearbeitet.

6. Literaturverzeichnis

- BÖHLES, H., H. SEGERER, W. FEKL, K. STEHR (1983): Tierexperimentelle Untersuchungen über Veränderungen des Lipid- und Proteinstoffwechsels bei L-Carnitin-supplementierter totaler parenteraler Ernährung. *Infusionsther.* 10, 24-31
- BORUM, P.R., S.G. BENNETT (1986): Carnitine as an essential nutrient. *J. Am. Coll. Nutr.* 5, 177-82
- DI LISA, F., R. BARBATO, R. MENABO, N. SILIPRANDI (1995): Carnitine and carnitine esters in mitochondrial metabolism and function. *Dev. Cardiovasc. Med.* 162, 21-38.609
- EDER, K., A. RAMANAU, H. KLUGE (2001): Effect of additional dietary L-Carnitine during gestation and lactation on performance of sows and their offspring. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 85, 73-80
- FREMAUT, D.J., G. De RAEYMAECKER, J. LATRÉ, J.V. AERTS (1993): Hebben lakterende zeugen een tekort aan L-carnitine?. *Varkensbedrijf* 3(6), 20-23
- HARMEYER J., C. SCHLUMBORN (1997): Die physiologische Bedeutung von L-Carnitin und Effekte von Carnitinzulagen bei Haustieren. Proc 6th Symp Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier, 24.-25. Sept., Friedrich Schiller University, Jena (Germany): in Druck
- HARMEYER, J. (1997): Die physiologische Rolle von L-Carnitin, Auswirkungen von Mangel und Zulagen bei Haustieren (Lohmann Tagung)
- HARMEYER, J., C. SCHLUMBOHM, M. BAUAMGARTNER (1998): Der Gehalt an L-Carnitine in Futter- und Lebensmitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft und der Einfluss von Herstellungsverfahren auf dessen Gehalt. In: Einfluss von Erzeugung und Verarbeitung auf die Qualität landwirtschaftlicher Produkte, Ed VDLUFA Verlag, Darmstadt, 489-92
- MUSSEER, R.E., R.D. GOODBAND, K.Q. OWEN, M.D. TOKACH, J.L. NELSEN, S.A. BLUM, C.A. CIVIS (1996): Effects of L-carnitine on gestating and lactating sow performance. Res. report (unveröffentlicht)
- MUSSEER, R.E., R.D. GOODBAND, M.D. TOKACH, K.Q. OWEN, J.L. NELSEN, S.A. BLUM, S.S. DRITZ, C.A. CIVIS (1997): Effects of L-Carnitine fed during gestation and lactation on sow and litter performance. *Swine Day (Kansas State University)*, 52-79

- MUSSEER, R.E. (1999): Additional L-Carnitine in the gestating sow diet improves carcass characteristics of the offspring. *Swine Day (Kansas State University)* 37-40
- NELSEN, J.L. (1999): New Developments in Sow Nutrition in the USA. Lohmann Tagung
- OWEN, K.Q., H. JI, C.V. MAXWELL, J.L. NELSEN, R.D. GOODBAND, M.D. TOKACH, G.C. TREMBLAY, S.I. KOO, S.A. BLUM (1996): Effect of dietary L-carnitine on growth, carcass characteristics, and metabolism of swine. *Swine Day (Kansas State University)*, 103-110
- OWEN, K.Q. (2001): Sows and their offspring perform better when sow diets are supplemented with Carnitine. Lohmann Tagung, Niederlande
- SCHOLTE, H.R., A.M.C. BOONMAN, L.M. HUSSAARTS-ODIJK, J.D. ROSS, L.J. Van OUDHEUSDEN, R.P. PEREIRA, H.C.S. WALLENBURG (1996): New aspects of the biochemical regulation of the carnitine system and mitochondrial fatty acid oxidation. In: Carnitine - Pathochemical Basics and Clinical Applications. Eds Seim H, Löster H, Ponte Press Bochum, 11-31
- SILIPRANDI, N., R. VENERANDO, V. TASSANI (1994): The „carnitine system“: recent aspects. *Adv. Exp. Med. Biol.* 368, 161-4
- WEBER, M., P. STENZEL, S. JACOBS (2000): Untersuchung zur Wirksamkeit von L-Carnitin auf die Leistung von Sauen. 6. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, Nov. 2000 Lutherstadt Wittenberg