

STAUDACHER

*Proceedings of the  
Society of Nutrition Physiology*

*Berichte der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie*

Band 9, 2000



VERLAG

*Proceedings of the  
Society of Nutrition Physiology*

*Berichte der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie*

**Herausgeber: Josef Pallauf**

Band 9, 2000

Übersichtsreferat (Review), Kurzfassungen der  
Originalmitteilungen (Abstracts) und Workshop-  
Beiträge der 54. Tagung vom 07. - 09.03.2000  
in Göttingen



**Gesellschaft für Ernährungsphysiologie:**

Übersichtsreferate (Reviews) und Kurzfassungen der Originalmitteilungen (Abstracts) der ...  
 Tagung ... / Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. - 47. - Frankfurt am Main : DLG-Verl., 1993  
 Bis 46 (1992) u.d.T.: Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Kurzfassungen der Vorträge zur  
 ... Tagung ...

54. Vom 07.-09.03.2000 in Göttingen. - 2000  
 (Proceedings of the Society of Nutrition Physiology ; Bd. 9)  
 ISBN 3-7690-4093-7

Redaktion: Walter Staudacher  
 Gesellschaft für Ernährungsphysiologie  
 Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

Umschlagentwurf: Grafik-Design Günter List BDW,  
 61279 Grävenwiesbach 3

Die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder, auch für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, gestattet das Urheberrecht nur, wenn sie mit dem Verlag vorher vereinbart wurden. Im Einzelfall muß über die Zahlung einer Gebühr für die Nutzung fremden geistigen Eigentums entschieden werden. Das gilt für die Vervielfältigung durch alle Verfahren einschließlich Speicherung und jede Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien.

© 2000, DLG-Verlags-GmbH, Eschborner Landstraße 122, D - 60489 Frankfurt am Main  
 Gesamtherstellung: Druckerei Offset Köhler, 35396 Gießen-Wieseck  
 Printed in Germany: ISBN 3-7690-4093-7

**Inhaltsverzeichnis****Seite****Übersichtsreferat**

**Perinatal development of digestive enzymes in farm animals**  
 (Perinatale Entwicklung von Verdauungsenzymen bei Nutztieren)  
 P.T. Sangild, J. Elnif, Y. Petersen and M. Schmidt

**Mengen- und Spurenelemente sowie unerwünschte Stoffe**

- |  |    |
|--|----|
| 1. Belastungsbedingte Veränderungen der Calciumhomöostase und Bedeutung hämatologischer Indikatoren für den Knochenauf- und -abbau bei jungen Pferden im Verlauf einer standardisierten Trainingsperiode | 31 |
| I. Vervuert, M. Coenen, J. Harmeyer, U. Wedemeyer, C. Chrobok und H. P. Sporleder – Hannover   |    |
| 2. Die Bedeutung der nativen Phytaseaktivität im Weizen für die Phosphor-Verwertung bei Broilern und Legehennen  | 32 |
| Kerstin Oloffs, J. Cossa und H. Jeroch – Halle (Saale)   |    |
| 3. Verdaulichkeit des Phosphors verschiedener Herkünfte bei der Regenbogenforelle  | 33 |
| Z. Gregus, M. Rodehutscord und E. Pfeffer – Bonn/Halle   |    |
| 4. Versorgung von Pferden in Bayern mit den Spurenelementen Zink, Kupfer und Selen   | 34 |
| T. Frank, Brigitta Wichert und Ellen Kienzle – München   |    |
| 5. Regulation of GPx1 mRNA in the liver of selenium deficient rabbits  | 35 |
| A. Müller, J. Pallauf, O. Heller, G. Weigand and R. Schmidt – Gießen   |    |
| 6. Einfluss von Selenzulagen bei unterschiedlichen Futterrationen auf Leistungsparameter und den Selenstatus von Milchkühen  | 36 |
| M. Gierus, F. J. Schwarz und M. Kirchgeßner – Freising-Weihenstephan   |    |
| 7. Homöostatische Anpassung des Jodstoffwechsels an eine von Mangel bis Überschuss reichende alimentäre Jodversorgung bei <sup>125</sup> I-markierter Ratten   | 37 |
| J. M. He, W. Windisch und M. Kirchgeßner – Freising-Weihenstephan  |    |
| 8. Untersuchungen zur Jodversorgung der Katze  | 38 |
| D. Ranz, W. Kraft und W. A. Rambeck – München  |    |

3

9.	<b>Jodversorgung von Sauen und ihren Ferkeln</b> F. Schöne, M. Leiterer und A. Heinze – Jena	39	21.	<b>Parameter des Energie- und Lipoproteinstoffwechsels bei trächtigen Schafen verschiedener Fötenzahl sowie Rasse</b> M. Fürll, G. Funk, K. Haaker und V. Richter – Leipzig	51
10.	<b>Einfluss von Calcium-Zulagen zu einer Mais-Soja-Diät auf die Verfügbarkeit von Calcium, Phosphor, Magnesium, Zink, Blei und Cadmium bei der wachsenden Laborratte</b> A. Walter, G. Rimbach, Erika Most und J. Pallauf – Gießen	40	22.	<b>Duodenally infused conjugated linoleic acid supplement influences the milk-fat synthesis and changes the fatty acid concentrations of milk fat</b> Jana Kraft, P. Lebzien, P. Möckel, F. Tischendorf, G. Flachowsky and G. Jahreis - Jena/Braunschweig	52
11.	<b>Zur Bioverfügbarkeit von Kupfersulfat und Kupferproteinat beim wachsenden Schwein</b> B. Zacharias, H. Schenkel, Helga Ott und W. Drochner – Stuttgart-Hohenheim	41	23.	<b>Effekte eines CLA-Präparates auf Schlachtkörperzusammensetzung und Fettsäurenmuster beim Broiler</b> O. Simon, K. Männer, K. Schäfer, A. Sagredos und K. Eder – Berlin/Halle (Saale)	53
12.	<b>Beurteilung der Selenversorgung beim Pferd</b> I. Vervuert, M. Coenen, M. Höltershinken, M. Venner und P. Rust – Hannover	42	24.	<b>Dietary <i>trans</i> fatty acids increase CLA content in backfat of pigs</b> Karola Gläser, M. R. L. Scheeder and C. Wenk - Zürich	54
13.	<b>Effects of selenium and vitamin E deficiency on indicators of oxidative damage in growing rats</b> Alexandra Fischer, Bettina Nier, Erika Most and J. Pallauf – Gießen	43	25.	<b>Effect of dietary fish oil supplementation on fatty acid composition, lipid oxidation and meat quality characteristics in fattening bulls</b> U. Kirchheim, H.-J. Löhnert and Ch. Geißler - Jena/Leipzig	55
14.	<b>Effects of sodium selenite, sodium selenate and vitamin E on SeGPx activity in primary cultivated rabbit hepatocytes</b> A. Müller, Alexandra Klimaczewski, M. Foltz and J. Pallauf – Gießen	44	26.	<b>Einfluss von Mono- und Polyenfettsäuren im Futter auf Phospholipide, Garverlust und Textur von Schweinefleisch</b> Barbara Eichenberger, M. R. L. Scheeder, Karola Gläser und C. Wenk – Zürich	56
15.	<b>Isotopen-Verdünnungsmethode zur Bestimmung der endogenen fäkalen Exkretion und wahren Absorption von Jod bei <sup>125</sup>I-markierten Ratten</b> J. M. He, W. Windisch und M. Kirchgeßner – Freising-Weihenstephan	45	27.	<b>Einfluss verschiedener Fette auf sensorische Merkmale des Fleisches von Schweinen unterschiedlicher genetischer Herkunft</b> R. Kratz, E. Schulz, K. Fischer und P. Glodek, – Braunschweig/Kulmbach/Göttingen	57
16.	<b>Jodmangel und Strumavorkommen bei Milchkühen</b> S. Luley, J. Kursa, V. Kroupova, J. Escherich und W. A. Rambeck – München/Passau/Budweis	46	28.	<b>Die Wirkung einer L-Carnitinsupplementierung auf Parameter des Lipidstoffwechsels von Ratten bei Einsatz einer atherogenen Diät</b> K. Eder - Halle (Saale)	58
17.	<b>Possible Role of Rare Earth Elements as Growth Promoters</b> W. A. Rambeck, M. L. He, J. Chang, R. Arnold, R. Henkelmann, X. L. Lin and A. Süß – München/Garching/Hefei	47	29.	<b>Die Ermittlung des Fettgehaltes von Tierkörpern aus dem C- und N-Gehalt</b> S. Kuhla, Monika Klein und W. B. Souffrant – Rostock	59
18.	<b>Feeding effect of beetroots grown on soil polluted with Mo, Cd, Pb, Hg and Se on rabbits</b> A. Bersényi, S. Fekete, I. Kádár, Erzsébet Berta, I. Hullár and Emese Andrásoszky – Budapest	48			
19.	<b>Bestimmung von Fusariotoxinen in Weizen der Ernte 1998</b> Margit Schollenberger, W. Herrmann, H.-M. Müller und W. Drochner – Stuttgart-Hohenheim	49			
	<b>Fettverdauung und Lipid-Stoffwechsel</b>				
20.	<b>Untersuchungen zur Akzeptanz und Verdaulichkeit von fettreichem Futter beim Pferd</b> Annette Zeyner, Anne Schindler, A. Dittrich und J. M. Gropp – Leipzig	50			
			<b>Additiva</b>		
			30.	<b>Untersuchungen zur faecalen Fettausscheidung bei pancreasganglierten Schweinen unter dem Einfluss intraceacl applizierter Antibiotika</b> R. Tabeling, C. Faßmann, P. Gregory und J. Kamphues - Hannover	60
			31.	<b>Selektiver Einfluss eines Leistungsförderers sowie einer Xylanase bzw. deren Kombination auf die Aktivität verschiedener intestinaler Bakteriengruppen- und arten im Mastschwein</b> W. Vahjen, Karen Gollnisch und O. Simon - Berlin	61

32.	Einfluss NSP-spaltender Enzyme auf endogene N-Ausscheidungen beim Schwein S. Dänicke, H. Kluge, G. Dusel und H. Jeroch - Braunschweig/Halle (Saale)	62	42.	The effects of propionic and formic acids as a blend (Lupro-Cid®) in graded dosages on the health, performance and nutrient digestibility (ileal/overall) in sows Z. Mroz, W. Krasucki, E. Grela, J. Matras and U. Eidelsburger - Lelystad, Lublin/Offenbach a.d. Queich	72
33.	Einfluss eines Ameisensäure-Kaliumformiat-Komplexes auf die Zusammensetzung des Chymus sowie die Mikroflora im Darmkanal von Absetzferkeln Diane Hebeler, S. Kulla, Frauke Winkenwerder, J. Kamphues, J. Zentek und G. Amtsberg – Hannover	63	43.	Zum Einfluss einer Mischung von Ameisensäure und Propionsäure auf Kotkonsistenz und Leistungsparameter in der Ferkelaufzucht und Schweinemast U. Eidelsburger, P. P. Hoppe und G. Krennrich – Offenbach a.d. Queich	73
34.	PCR Assay zum Nachweis schweinepathogener <i>Escherichia coli</i> Virulenzfaktoren aus dem Verdauungstrakt von Ferkeln bei Einsatz eines sporenbildenden Probiotikums Sandra Göbel, W. Vahjen, Anke Jadamus und O. Simon – Berlin	64	44.	Zur Wirkung eines Probiotikums ( <i>Bacillus cereus</i> ) auf die Leistung von Mastbullen R. Daenicke, und F. Garza – Braunschweig	74
35.	Effekte einer L-Carnitinzulage bei jungen Pferden auf den Carnitinstatus der Muskulatur während eines vierwöchigen Trainings M. Coenen, I. Vervuert, J. Harmeyer, C. Chrobok, U. Wedemeyer und H. P. Sporleder – Hannover	65	45.	Toyocerin in der Kälberaufzucht H.-J. Löhnert, W.I. Ochrimenko und J. Bargholz – Jena	75
<b>Spezielle Ernährungsfragen Schwein und Geflügel</b>					
36.	Einfluss einer Xylanase und eines Antibiotikums allein oder in Kombination auf die Verdaulichkeit von Nicht-Stärke-Polysacchariden bei Legehennen Doris Lattemann, Ingrid Halle und G. Flachowsky - Braunschweig	66	46.	Endotoxingehalte im Plasma von Absetzferkeln unter dem Einfluß einer experimentellen Infektion mit <i>Salmonella derby</i> Claudia Rade, Diane Hebeler und J. Kamphues – Hannover	76
37.	Wirkung eines NSP-spaltenden Enzyms auf die scheinbare faecale und praecaecale Nährstoffverdaulichkeit eines Schweinemastalleinfuttermittels bei Mastschweinen H. Dreschel, W. Hackl, Margitta Beck, U. Hennig und B. Stöcken - Rostock/Gützow	67	47.	Effekt von Huminsäuren auf Gesundheit und Leistungsparameter von Absetzferkeln Annette Schuhmacher und J. M. Gropp – Leipzig	77
38.	Untersuchungen zum Einfluss von Phytase auf die Phosphor-Verwertung bei der Legehenne bei Einsatz verschiedener Einzelfuttermittel Kerstin Oloffs und H. Jeroch – Halle (Saale)	68	48.	Bioschweinehaltung in Österreich - Fütterung in der Schweinemast Elisabeth Wagner, Christine Iben, T. Gruber und J. Baumgartner - Wien	78
39.	Zum Einfluss von Phytaseergänzungen auf Parameter des N- und Aminosäureumsatzes beim Broilerküken C.W. Lee und F. Liebert – Göttingen	69	49.	Zur Vitamin- und Mineralstoffversorgung in der ökologischen Schweinemast. 1. Produktionsergebnisse sowie Nährstoff- und Fettsäurezusammensetzung des Fleisches nach Verabreichung von ökologischem Futter mit oder ohne Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen und mit oder ohne Zugang zu Gras im Vergleich zu konventioneller Haltung Kirsten Jakobsen und S. K. Jensen – Foulum	79
40.	Wachstum und Ganzkörperzusammensetzung von Karpfen bei einer Multienzymzulage zu weizen-, roggen- und erbsenreichen Rationen D. Maaß und F. J. Schwarz - Freising-Weihenstephan	70	50.	Einfluss einer phosphorarmen Fütterung und einer Fütterung mit Säurezusatz auf den Knochenmetabolismus beim Schwein Annette Liesegang, Riccarda Ursprung, J. Gasser, Michaela Kneissel, J.-L. Riond und M. Wanner - Zürich/Basel	80
41.	Der Einfluss von Futterzusätzen auf die Bioverfügbarkeit und Akkumulation von Aluminium aus dem Futter bei Wachteln und Hühnern unter besonderer Berücksichtigung von Vitamin C F. Böhme, R. Arnold und W. A. Rambeck – Garching-Hochbrück/München	71	51.	Proteinspareffekt von Avilamycin in der Ferkelaufzucht Annette Schumacher, C. Geißler, S. Engelreht und J. M. Gropp – Leipzig	81
			52.	Einfluss des Verzehrs von <i>Sympyrum peregrinum</i> auf Funktion und Morphologie der Leber des Schweines A. Gutzwiller, P. Stoll, H. J. Häni und Annamaria Brändli-Baiocco – Posieux/Bern/Stein	82

53.	Zur Vitamin- und Mineralstoffversorgung in der ökologischen Schweinemast. 2. Konzentrationen an Vitaminen und Mineralstoffen im Fleisch nach Verabreichung von ökologischem Futter mit oder ohne Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen und mit oder ohne Zugang zu Gras im Vergleich zu konventioneller Haltung Kirsten Jakobsen, S. K. Jensen und A. N. Sagredos – Foulum/Hamburg	83	63.	Untersuchungen am Primäraufwuchs zweier Weidelgräser zur Dynamik der Veränderungen im Futterwert und der Futteraufnahme durch Schafe A. Ombabi, K.-H. Südekum und F. Taube – Kiel	93
54.	Einfluss des Haltungssystems auf den Immunstatus und auf verschiedene Leistungsparameter bei Legehennen H. Özpinar und M. H. Erhard	84	64.	Beurteilungskriterien für die Gärqualität von Grassilagen Ehrengard Kaiser, Kirsten Weiß und Renate Krause – Berlin	94
55.	Einfluss von verschiedenen Fettarten auf die Entwicklung der $\alpha$ -Amylase- und Lipaseaktivität im Pancreas bei Hähnchen Dorota Jamroz and T. Wertelecki – Wrocław	85	65.	In vitro-Vergleich der Wirksamkeit von Präparaten auf Basis sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe zur gezielten Beeinflussung der Pansenfermentation B. J. Sliwinski, Carla R. Soliva, Andrea Machmüller und M. Kreuzer – Zürich	95
56.	Comparative pigmentation efficacy of canthaxanthin and capsanthin/capsorubin in egg yolks W. Steinberg, Anne Devaud, J. Schierle and Anna-Maria Klünter – Village-Neuf/Basel	86	66.	Leaves of <i>Elaeis guineensis</i> as a supplement feed to the grass <i>Panicum maximum</i> for young West African Dwarf Sheep A. Aschfalk, H. Steingass, W. Müller, I. Osakwe und W. Drochner – Tromsø/ Hohenheim/Berlin	96
			67.	Einfluss einer stärkereichen Fütterung auf das Vorkommen von <i>Escherichia coli</i> im Kot von Milchkühen Karen Gollnisch, Kerstin Loose, S. Matthes und G. Flachowsky – Braunschweig/Celle	97

### Spezielle Ernährungsfragen Wiederkäuer

57.	Zum Einsatz von Rapskuchen in der Milchkuhfütterung Ernst Boldt, J. R. Daywes, H.-J. Alert, K. Klos und J. M. Gropp – Leipzig/Köllitsch	87	68.	Brain tissue antioxidant status determines stroke volume after experimental focal cerebral ischemia M. Stohrer and M. Stangassinger – München	98
58.	Studien zur Pansenfermentation und Kauaktivität von Milchkühen bei computergesteuerter Kraftfutterzuteilung im Vergleich zur zweimaligen Kraftfuttergabe und zur Totalen Mischartion (TMR) C. Scheidemann, Corina Dietrich, H. Steingaß und W. Drochner – Stuttgart-Hohenheim	88	69.	Antioxidant protection by vitamin E after physical stress in a sled dog model M. Stohrer, Birgit Seeser, R. Hammer and M. Stangassinger – München	99
59.	Einfluss isoenergetischer TMR-Varianten mit und ohne Kraftfutteranteil auf Futteraufnahme, Leistung und Parameter der ruminalen Fermentation S. Keller, H. Steingaß und W. Drochner – Stuttgart-Hohenheim	89	70.	Variierende maternale Vitamin-B <sub>6</sub> - bzw. Riboflavinversorgung während Gravidität und Laktation und deren Einfluß auf die Vitamin-B <sub>6</sub> - bzw. Riboflavinkonzentrationen in Blut, Leber und Gesamtkörper der Nachkommen Susanne I. Kettler und Dora A. Roth-Maier - Freising-Weihenstephan	100
60.	Einfluss der Grundfutterqualität bei unterschiedlichem Kraftfutterniveau auf Nährstoffverdaulichkeit und Fermentation im Pansen bei Milchkühen M. Tafaj, H. Steingaß und W. Drochner – Stuttgart-Hohenheim	90	71.	Einfluss einer hohen alpha-Tocopherylacetat-Supplementation des Futters von Zuchthennen auf Wachstum und Legeleistungsmerkmale der Nachkommen Ingrid Halle, Stephanie Danikowski, Daniela Engelmann und G. Flachowsky – Merbitz/Hannover/Braunschweig	101
61.	Zum Einfluss von Körnermaishybriden mit unterschiedlichem <i>in sacco</i> Stärkeabbau auf die Leistung von Milchkühen Kerstin Loose, P. Lebzien und G. Flachowsky – Braunschweig	91	72.	Untersuchungen zu Vitamingehalten ( $\beta$ -Carotin, Tocopherole, Vitamin B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> und B <sub>6</sub> ) häufig verwendeter Einzelfuttermittel (in toto/entschält) für Ziervögel Karen Heisler, H.-P. Sallmann und J. Kamphues - Hannover	102
62.	Ensiling properties, nutritional value and effect of sunflower-corn silage on milk quality in dairy cows Irmgard Immig, K. Pabst and Hj. Abel – Buxtehude/Kiel/Göttingen	92			

## Aminosäuren- und Stickstoff-Metabolismus

73. Bestimmung des Erhaltungsbedarfs der Aminosäuren Lysin, Methionin+Cystein, Threonin und Tryptophan ausgewachsener Sauen 103  
Bettina M. Jahn und F. X. Roth - Freising-Weihenstephan
74. Bioverfügbarkeit von Lysin verschiedener proteinreicher Futtermittel beim Schwein 104  
J. A. Agunbiade und A. Susenbeth - Kiel/Ago-Iwoye
75. Verwertbarkeit von freiem Lysin bei der Forelle 105  
M. Rodehutscord, Z. Gregus, F. Borchert und E. Pfeffer - Halle (Saale)/Bonn
76. Ergebnisse zum altersabhängigen Threoninbedarf aktueller Broilergenotypen 106  
M. Rimbach und F. Liebert - Göttingen
77. Einfluss einer negativen RNB auf die N-Bilanz laktierender Milchkühe 107  
A. Holthausen, M. Rodehutscord, M. Trimborn und E. Pfeffer - Bonn/Halle (Saale)
78. Effect of supplementary feeding on herbage intake, performance and N-utilisation of high-altitude pastured cows 108  
N. R. Berry, F. Sutter und M. Kreuzer - Zürich
79. Untersuchungen zum Abbauverhalten energie- und stickstoffliefernder Futterinhaltsstoffe bei der Fermentation im Pansen von Wiederkäuern 109  
S. Shannak, K.-H. Südekum und A. Susenbeth - Kiel
80. Energie- und Stickstoffumsatz sowie Methanemission von Angus- und Simmental-Mutterkühen mit Kälbern unterschiedlichen Alters 110  
B. L. Estermann, P. O. Schlegel, D. Erdin, F. Sutter und M. Kreuzer - Zürich
81. Einfluss der Behandlung von Vollfettsojabohnen auf ileale Aminosäureverdaulichkeit und Lysinwirksamkeit in Mais/Soja Mischungen beim Broiler 111  
N. Oumer und F. Liebert - Göttingen
82. Einfluss unterschiedlicher Behandlungen und Futterzusätze in Weizen-Sojaschrot- Mischungen auf ileale Lysinverdaulichkeit und Lysinwirksamkeit beim Broiler 112  
A. Amad und F. Liebert - Göttingen
83. Zum Einfluss der Proteinversorgung auf die Threoninhydrogenase-Aktivität in der Leber von Broilerküken 113  
C. W. Lee und F. Liebert - Göttingen
84. Hühnermastversuch mit Fleischmehl unter Berücksichtigung der wahr verdaulichen Aminosäuren Lysin und Methionin 114  
D. Jeremic, R. Leitgeb und F. Baumann - Wien/Regau

85. Evaluation of intestinal digestibility of rumen undegraded protein of concentrate feeds using rats 115  
Zuzana Čerešnáková, Mária Chrenková, A. Sommer und R. Žitňan - Nitra

## Energetik

86. Herzfrequenz und Energieumsatz von Zugochsen bei mehrstündiger Arbeitsbelastung 116  
Monika Lukas, U. Roser, O. Neumann, I. G. Mahardika und A. Susenbeth - Kiel/Stuttgart-Hohenheim
87. Energetische Bewertung von Rapsextraktionschrot, Maiskleberfutter und Citrustrester an Hammeln und *in vitro* H. Spiekers, M. Rodehutscord und K.-H. Südekum - Bonn/Halle (Saale)/Kiel 117
88. Einfluss des Cellulosegehalts und der Zusammensetzung der Ration auf die scheinbare Verdaulichkeit der Energie beim Hund 118  
Britta Dobenecker, Ellen Kienzle und S. Eber - München
89. Energiebedarf für das Stehen beim Rind 119  
T. Dickel, H. Steingaß, K.-H. Südekum, W. Drochner und A. Susenbeth - Kiel/Stuttgart-Hohenheim
90. Untersuchungen zur Wirkung von einzelnen mittellangkettigen Fettsäuren auf die Methanbildung sowie den Energieumsatz von Milchkühen 120  
Frigga Dohme, F. Sutter, Andrea Machmüller und M. Kreuzer - Zürich
91. Einfluss der Nichtstärke-Polysaccharide in Winterweizen auf die Umsetzbare Energie beim Ferkel 121  
H. Kluge und H. Jeroch - Halle (Saale)

## Transportphysiologie

92. *In vitro*-Versuche zum Mg<sup>2+</sup>-Transport über das Pansenepithel – Ableitung einer Modellvorstellung 122  
Monika Schweigel und H. Martens - Berlin
93. Outcome of *in vivo* experiments on Mg absorption in ruminants in relation to the current *in vitro* model of ruminal Mg absorption 123  
J. Th. Schonewille and A. C. Beynen - Utrecht
94. Einfluss einer anionenreichen Ration auf die Pansensaft- und Blutzusammensetzung bei Schafen 124  
Christiane Praechter, B. Schröder und G. Breves - Hannover

95.	<b><i>In vitro</i>-Untersuchungen zum Einfluss einer anionenreichen Ration auf den ruminalen Ca-Transport bei Schafen</b> B. Schröder, C. Praechter, S. Leonhard-Marek und G. Breves – Hannover	125	107. The effect of groundnut hay, cowpea hay, cottonseed meal and maize meal supplementation to maize stover on intake, digestibility and microbial protein supply in weaner lambs S. Chakeredza, U. ter Meulen and L. R. Ndlovu - Göttingen	137
96.	<b>Einfluss der Cl-Konzentration auf den ruminalen Ca-Transport bei Schafen</b> Sabine Leonhard-Marek, B. Schröder und G. Breves - Hannover	126	108. <i>In-sacco</i> -Untersuchungen zum Einfluss futterspezifischer Faktoren auf die Dynamik ruminaler Abbauprozesse von Protein und Kohlenhydratfraktionen – Erste Ergebnisse Th. Schmidt, Meike Rothländer, M. Gabel, J. Voigt und K. Krawielitzki – Rostock/Dummerstorf	138
97.	<b>Luminal pH-dependent effects of ammonia on Na transport across the ruminal epithelium of sheep</b> K. Abdoun and H. Martens - Khartum/Berlin	127	109. Einfluss pektinreicher Futtermittel auf Merkmale der Pansenfermentation in der Pansensimulationstechnik RUSITEC Christine Chudaske, Erika Most und E. Weigand – Gießen	139
98.	<b>Resorption von Glukose aus dem gewaschenen und zeitweilig isolierten Reticulorumen von Schafen</b> J. R. Aschenbach, S. K. Bhatia, Petra Philipp und G. Gäbel – Leipzig/Hisar (Indien)	128	110. Tannins from <i>Acacia angustissima</i> inhibit the production of gas and SCFA, but not the degradation of BSA during <i>in vitro</i> incubation with rumen fluid E. M. Hoffmann, S. Muetzel and K. Becker – Stuttgart-Hohenheim	140
99.	<b>Untersuchungen zur Interaktion von Quercetin und Quercetinglykosiden mit dem Na<sup>+</sup>/Glucose-Cotransporter im Dünndarm der Ratte</b> P. Ader, M. Blöck, Silke Pietzsch und S. Wolffram – Kiel	129	111. Intestinale Effekte mikrobiell fermentierbarer Kohlenhydrate (Laktulose, Laktose, Mannose- und Transgalaktooligosaccharide) bei Hunden J. Zentek, Bettina Marquart und Tanja Pietrzak – Hannover	141
100.	<b>Hemmung des Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup>-Austauschers ruminaler Epithelzellen durch Hyperosmolarität – Regulation durch cAMP und PGE<sub>2</sub></b> A. Böttcher, H. Martens und M. Schweigel - Berlin	130	112. Wirkung von Sojainhaltstoffen auf den osteoporotisch veränderten Knochen der Ratte U. Wehr, P. Hörmann, F. Eckstein, V. Jung, M. Schlachter, P. Weber, C. Rieger und W. A. Rambeck – München/Basel	142
101.	<b><i>In vitro</i>-Untersuchungen über den Peptidtransport in Vormagenepithelien des Schafes</b> J. Kudritzki, M. Schweigel, A. Böttcher und H. Martens - Berlin	131	113. The effect of diets varying in level of curcuma on utilisation by rabbits I. Wientarsih, U. ter Meulen and T. Ungerer - Göttingen	143
<b>Verdauung und Stoffwechsel</b>				
102.	<b>Einfluss einer Weizen- bzw. Maisstärkeapplikation in das proximale Duodenum von Bullen auf die Stärkeverdaulichkeit im Dünnd- bzw. Gesamtdarm</b> Angelika Matthé, P. Lebzien, J. Szakacs, G. Flachowsky und A. Sommer – Braunschweig/Nitra	132	114. Beziehungen zwischen Phagozytoseintensität sowie hämatologischen und biochemischen Parametern bei trächtigen Schafen unterschiedlicher Fötenzahl sowie Rasse B. Fürll, K. Haaker und M. Fürll – Leipzig	144
103.	<b>Precaecal and faecal digestibility of nutrients and amino acids after processing of oats for early weaned pigs</b> G. Dusel, S. K. Baidoo and H. Jeroch – Winnipeg/Minneapolis/ Halle (Saale)	133	<b>Workshop: "Einflüsse auf Gesundheit und Leistungsbereitschaft beim Milchkalb"</b>	
104.	<b>Einfluss unterschiedlicher Rohfasergehalte im Alleinfutter auf die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz bei verschiedenen Ziervogelarten im Vergleich zu Hühnern</b> Petra Wolf, M. Frömling und J. Kamphues – Hannover	134	W1. Kolostrum als „functional food“ für das neugeborene Kalb: Einflüsse auf den Immunstatus M. H. Erhard und M. Stangassinger – München	147-149
105.	<b>Changes in rumen metabolism and epithelium in heifers during pasture</b> R. Žitňan, A. Sommer und Z. Čerešňáková – Košice/Nitra	135	W2. Kolostrum als "functional food" für das neugeborene Kalb: Einflüsse auf den Stoffwechsel H. M. Hammon und J. W. Blum – Bern	150-152
106.	<b>Einfluss des Reifestadiums auf die <i>in situ</i>-Abbaubarkeit von Maiskörnern verschiedener Sorten im Pansen von Milchkühen</b> I. Hric, Britta Kallus, P. Lebzien und F. Schwarz - Braunschweig/ Weihenstephan/ Nitra	136	W3. Digestive and Metabolic Aspects in Milk-fed Calves J. W. Blum and H. M. Hammon – Bern	153-155
			W4. Eine Bestandsaufnahme wichtiger gesundheitlicher Probleme bei Milchkälbern K. Doll- Gießen	156

<b>W5.</b>	<b>Besonderheiten der Fütterung beim präruminanten Aufzuchtkalb</b>	157-159
	G. Flachowsky, H.-J. Löhnert und R. Daenicke - Braunschweig/Jena-Remderoda	
<b>W6.</b>	<b>Entwicklung der Speichelsekretion in der frühen postnatalen Phase beim Kalb</b>	160-
	G. Breves, M. Goll, R. Daenicke und B. Schröder – Hannover/Braunschweig	
<b>W7.</b>	<b>Untersuchungen zum Sulfatgehalt in Milchaustauschern (und Molkenprodukten) und seiner Bedeutung für die Kotbeschaffenheit bei Kälbern</b>	161
	J. Kamphues, Monika Stolte, Astrid Tschentscher und P. Rust – Hannover	
<b>W8.</b>	<b>Antioxidativer Status des Milchkalbes</b>	162
	M. Stohrer, Siglinde Lutz, M. Stangassinger – München	
<b>W9.</b>	<b>Gestörter Saugreflex bei neugeborenen Kälbern: Selen-Mangel ?</b>	163
	Richard Eicher, Lorenz Metzger und Johannes Martig – Bern/Wattwil	
<b>W10.</b>	<b>Einfluss der Tränketemperatur auf die Entwicklung von Kälbern</b>	164
	H.-J. Laue und J. Meyer – Kiel/Österrönfeld	

#### Autorenverzeichnis

Proc. Soc. Nutr. Physiol. (2000) 9

**Perinatal development of digestive enzymes in farm animals** (Perinatale Entwicklung von Verdauungsenzymen bei Nutztieren). P.T. Sangild, J. Elnif, Y. Petersen and M. Schmidt. - Department of Animal Science and Animal Health, Royal Veterinary and Agricultural University, DK-1870 Frederiksberg, Copenhagen, Denmark.

#### Summary

In large domestic species (e.g. pig, sheep, cattle), the functional characteristics of the gastrointestinal tract (GIT) change dramatically immediately before and after birth (the perinatal period). These changes are closely related to the nutritional transition from total parenteral nutrition before birth (via the placenta) to enteral nutrition after birth (via the GIT). After birth, extensive hydrolysis of nutrients in the GIT lumen is required for the first time, and maturation of digestive enzymes therefore plays a key role in functional GIT development. The ontogeny of enzymes (proteases, carbohydrases, lipases) is determined to a large extent by the „intrinsic biological clock“ of the animal, but external factors such as hormones and food also play a role for the development of the GIT at this critical time. This review describes GIT enzyme development in the perinatal period of some farm animal species with the main focus on the pig. It reports how enzyme development may be influenced by hormones (e.g. cortisol) and luminal nutrition (colostrum, milk). Inadequate GIT development, including immature enzyme activity, may play a critical role in the nutritional problems often observed in farm animals around the time of birth and weaning.

#### Gastrointestinal maturation and the nutritional transition at birth

In humans, the functional maturation of the digestive system (e.g. digestive enzymes) progresses relatively slowly. Nevertheless, maturation starts long before birth, during the first trimester of gestation. At birth the infant gastrointestinal tract (GIT) is sufficiently mature to digest significant amounts of non-milk carbohydrates and proteins. In contrast, small rodents (e.g. rats, mice) and carnivores (e.g. mink) have a very immature GIT at birth and adult diets are poorly tolerated until relatively late into postnatal life. Adult-type GIT enzymes generally develop rapidly around the time of weaning. In the pig, sheep, cattle and horse, the timing and the rate of GIT maturation appears to be intermediate. Hence, some major developmental events occur in the immediate prenatal and postnatal periods, while more gradual changes occur postnatally. These species-dependent patterns of GIT development are illustrated in Figure 1.

At the time of birth the animal becomes dependent on its own uptake of nutrients for the first time and the functional characteristics of the gastrointestinal tract must either be sufficiently mature before birth or change rapidly after birth to meet this challenge. The large farm animals belong to a group of species in which major developmental changes in the GIT are coordinated with the time of birth. Thus, rapid GIT development occurs concomitantly with the transition from placental nutrition before birth to enteral nutrition after birth. This fundamental nutritional transition is schematically presented in Figure 2.

The observation that GIT development in farm animals is closely associated with the time of birth also makes these animals particularly vulnerable to disease when GIT development is slightly disturbed or immature. It is therefore important to know about the factors which influence GIT maturation at this particular point in time. The aim of this review is to describe the major regulatory factors in GIT development during the perinatal period. It is now known that enhanced cortisol secretion by the fetus and newborn plays a key role as an endocrine signal in the maturation of the GIT in the large domestic species. Secondly, it has been documented that the first intake of enteral food, particularly that of colostrum, is a potent stimulator of maturational changes in the stomach, small intestine and pancreas.

## Digestive system development in different species

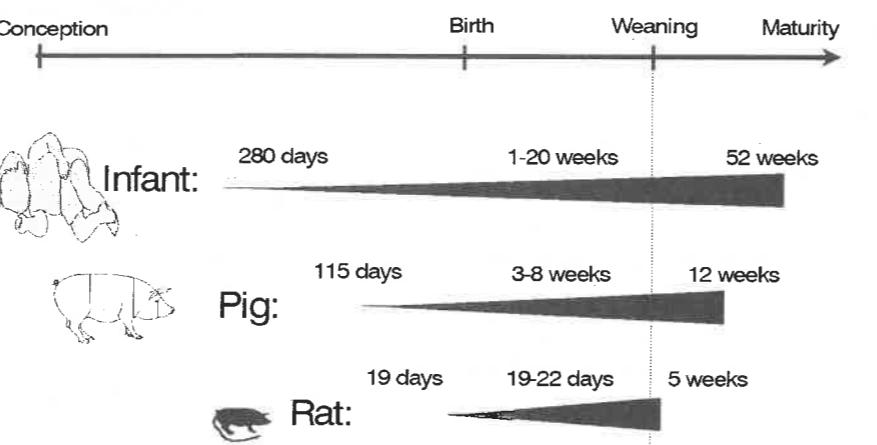


Figure 1. Schematic comparison of the timing for gastrointestinal maturation in 3 different species. In farm animals (in the above sketch represented by pigs), the majority of maturational changes occur from shortly before birth to shortly after weaning. In humans, GIT development is slower and starts relatively early (fetal life), while in the rat, most developmental changes occur relatively fast and late (postnatally).

## Nutritional transition at birth

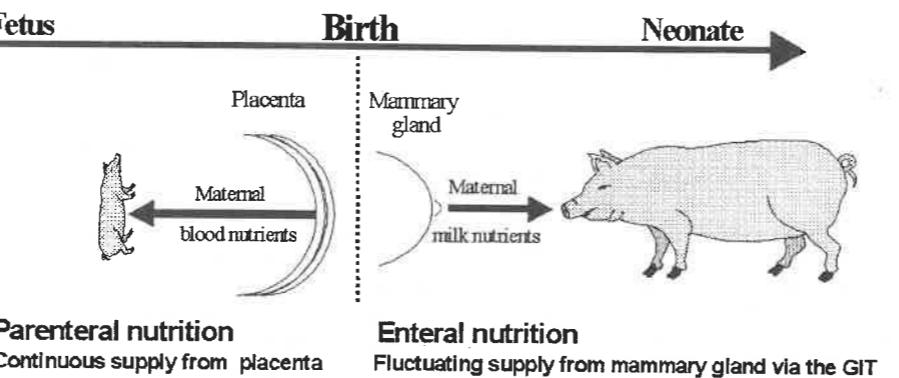


Figure 2. At the time of birth, the nutritional conditions change dramatically from a continuous supply of maternal blood nutrients before birth (via the placenta) to a more fluctuating supply of maternal milk nutrients via the gastrointestinal tract (GIT) after birth.

## Growth of the gastrointestinal tract

When describing the development of any given GIT enzyme it is important to express the concentration of enzyme not only on a tissue weight basis, but also as on a total organ basis. The total mass determines the total enzyme hydrolytic capacity. Hence, an enzyme which normally decrease in concentration with age on a specific tissue basis (e.g. the postnatal decline in lactase activity per g intestinal tissue) may actually show a developmental increase in total capacity when specific activities are used to calculate total intestinal hydrolytic activity. We will briefly discuss the age-related growth of the GIT tissues.

In the weeks before birth the fetal gastrointestinal tract generally grows more rapidly than the body as a whole (Figure 3), and this is particularly true for the small intestine. Immediately after birth all parts of the GIT grow more rapid than the body and it appears that this rapid growth is partly induced by the intake of colostrum. Colostrum is rich both in protein and fat but also contains a number of hormones and growth factors that may have a stimulating effect on gut growth (WANG and XU 1996, SANGILD 1999). While the stomach and pancreas show maximal relative weight within the first week after birth, the relative weight of the intestine continues to increase gradually until after weaning (Figure 3).

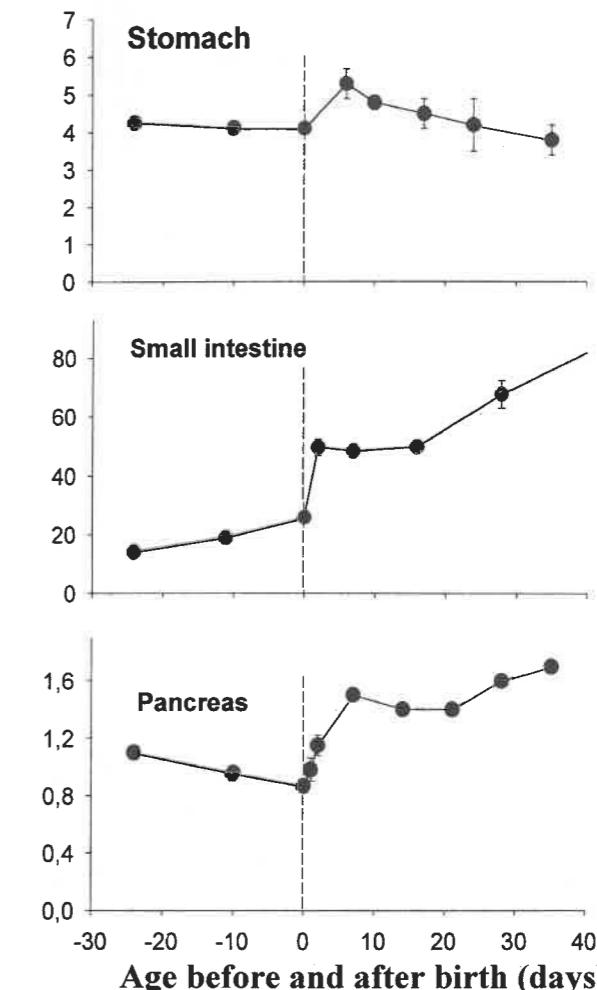


Figure 3. Relative weight (g per kg body weight) of the different parts of the gastrointestinal tract in pigs. Note the developmental changes taking place shortly after birth. 0 = time of birth.

Rapid intestinal and pancreatic growth just after birth is known to be related to stimulation of organ growth by enteral nutrient intake. Colostrum ingestion is particularly potent in mediating this growth effect. After just two days of colostrum feeding the relative weights of the pancreas and small intestine of piglets increase by 50-100% (Figure 4, SANGILD 1996). This effect of colostrum on GIT growth appears to be restricted to the immediate postnatal period. When fetal lambs were infused with colostrum whey for 7 days the relative weights of the pancreas and small intestine showed little change (TRAHAIR and SANGILD 1997).

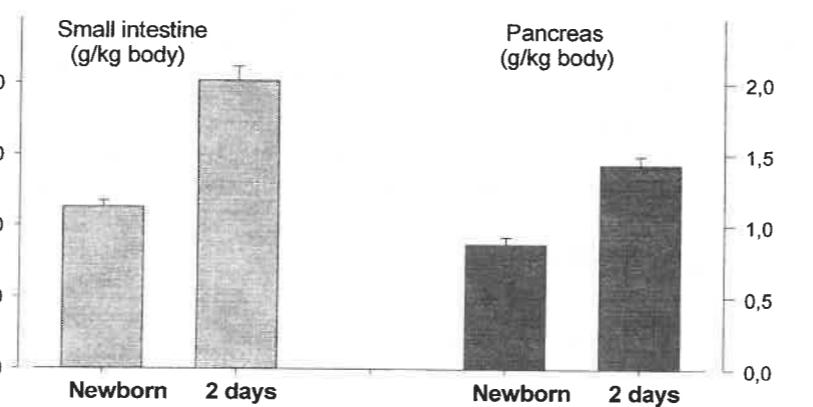


Figure 4. Rapid changes in the relative wet weights of the small intestine and pancreas immediately after birth. The pigs were fed sow's colostrum (15 ml/kg every 3 hours) for 2 days after birth.

To confirm that the organ weight changes shown in Figure 4 occur as a direct result of enteral feeding, 6 day-old, premature pigs, fed on total parenteral nutrition (TPN, via the circulation), have been compared with pigs fed on total enteral nutrition (TEN, oral feeding). The premature TPN-fed piglets had significantly lower weights of the pancreas and small intestine than TEN pigs (Figure 5) (SANGILD, PETERSEN, ELNIF and SCHMIDT, unpublished observations). While the relative weight of the pancreas increased in the complete absence of enteral nutrients after birth (TPN, Figure 5) the normal increase in the relative weight of the small intestine was entirely dependent on an enteral route of food administration.

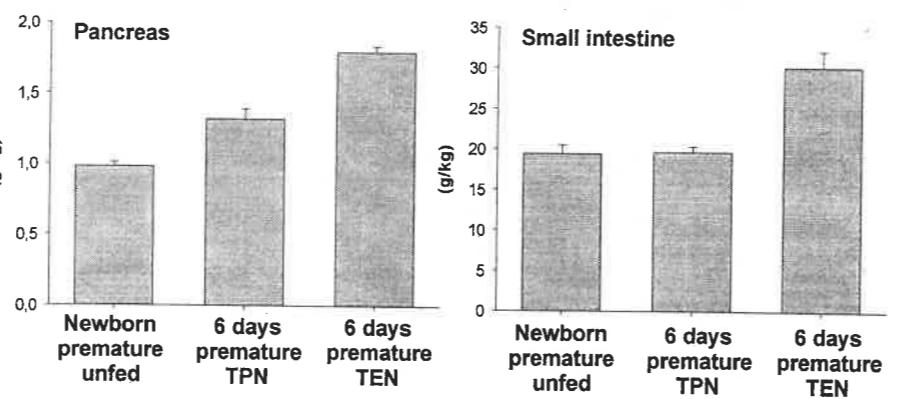


Figure 5. The effect of total enteral nutrition (TEN, sow's milk) and total parenteral nutrition (TPN, systemic nutrient infusion) on the relative weight of the pancreas and small intestine in 6 day-old pigs.

#### Pre- and postnatal changes in digestive enzyme activities in farm animals

Before we describe in more detail the enzymatic changes taking place around the time of birth, the pre- and postnatal development of digestive enzymes in farm animals will be presented briefly. The topic has already been adequately reviewed by others (e.g. CRANWELL, 1995) and the following represents only a rough guideline to how the different enzymes (specific activity per unit tissue weight) develop before and after birth and how the developmental patterns differ among different farm animal species. In some experimental animals (e.g. rat, mouse), cortisol is known to enhance enzymic activity during the period when each enzyme normally undergoes a rapid developmental increase (HENNING et al. 1994). The sensitivity to cortisol can thus be used as an indicator of a crucial phase of development for certain enzymes. The GIT enzyme sensitivity to cortisol is shown for some farm animal species in the figures.

In the postnatal period stomach acid is important for the activation and activity of gastric proteolytic enzymes, and acid secretion prevents the upper GIT from bacterial overgrowth. Gastric acid secretion is present in pig fetuses, and a major decline in stomach fluid pH (from pH 7 to 2-3) occurs during the last 2 weeks before birth, concomitantly with an increase in circulating gastrin, a major acid-stimulating hormone synthesized in the stomach antrum (SANGILD et al. 1994a). Nevertheless, the normal secretagogue-stimulated acid secretion is immature both before and at birth (SANGILD et al. 1996c) and does not develop until about 1 week of age (SANGILD et al. 1992). Based on the above developmental picture, it is not surprising that prematurely born piglets show lowered acid and gastrin secretion (SANGILD et al. 1995a, SANGILD 1995). However, this effect of premature birth is largely absent if pigs are born after induced labour rather than by elective caesarean section (SANGILD et al. 1994d). Factors in the birth process may thus stimulate gastric secretions, and experiments suggest that one of the factors is the endocrine release of glucocorticoids by the fetus and neonate (see later).

The major neonatal stomach protease, chymosin, is present in pigs, lambs and calves, and it reaches maximum levels at birth (TRAHAIR and SANGILD 1997, GUILLOTEAU et al. 1983, 1984). This enzyme differs from the other gastric proteases in that it exhibits high milk-clotting activity without any major general proteolytic activity towards food proteins (FOLTMANN, 1992). Also in the carnivorous mink, enzymes that exhibit high milk-clotting activity have been found, but consistent with the late GIT development in this species these enzymes do not show peak activity until several weeks postnatally (SANGILD 1996). In Figure 6 stomach chymosin development is compared among 3 different farm animals species and the figure shows how development is affected by cortisol. Regulation by cortisol will be discussed in more detail later. The pepsins, which are found in various types and isoforms (pepsin A, B, C) in animals generally show little (calf, lamb) or no activity (pig, mink) at birth (GUILLOTEAU et al. 1983, 1984, SANGILD 1996). After birth they increase gradually with the most pronounced increase around the time of weaning. In Figure 7 pepsin A development is compared in pig, lamb and mink.

In the small intestine, the lactose-splitting enzyme, lactase-phloridzin hydrolase, shows maximal activity either shortly before birth (sheep), at birth (pig, horse, calf) or shortly after birth (mink) (TOOFANIAN et al. 1974a, 1974b, ROBERTS 1975, SANGILD et al. 1995b, SANGILD 1996, SANGILD and ELNIF 1996). See Figure 8 for a comparative picture of lactase activity in 3 different species. Another disaccharidase, sucrase-isomaltase (hydrolysis of sucrose) is not present at all in the calf or lamb (TOOFANIAN et al. 1974a, SANGILD 1996). The enzyme is present in very small amounts in newborn piglets and foals (ROBERTS 1975, SANGILD et al. 1995b) and in the postnatal period of mink kits (SANGILD and ELNIF 1996), but it increases steadily in activity after weaning, at least in pigs and horses. The major intestinal peptidase, aminopeptidase N (leucine-aminopeptidase) shows maximal activity at birth or shortly after birth in pigs and lambs (SANGILD et al. 1991a, 1995, SANGILD 1996) while in the late-developing mink GIT, it does not reach peak activities until about 6 weeks after birth (SANGILD and ELNIF 1996) (Figure 9). Since both lactase and aminopeptidases show peaks in hydrolytic activities at term, it is not surprising that piglets delivered 1 week preterm show severely reduced activities of these enzymes (60-70% of term levels) (SANGILD et al. 1996d).

### STOMACH CHYMOSENIN DEVELOPMENT

- and effects of cortisol in 3 species (\* P<0.05 from controls)

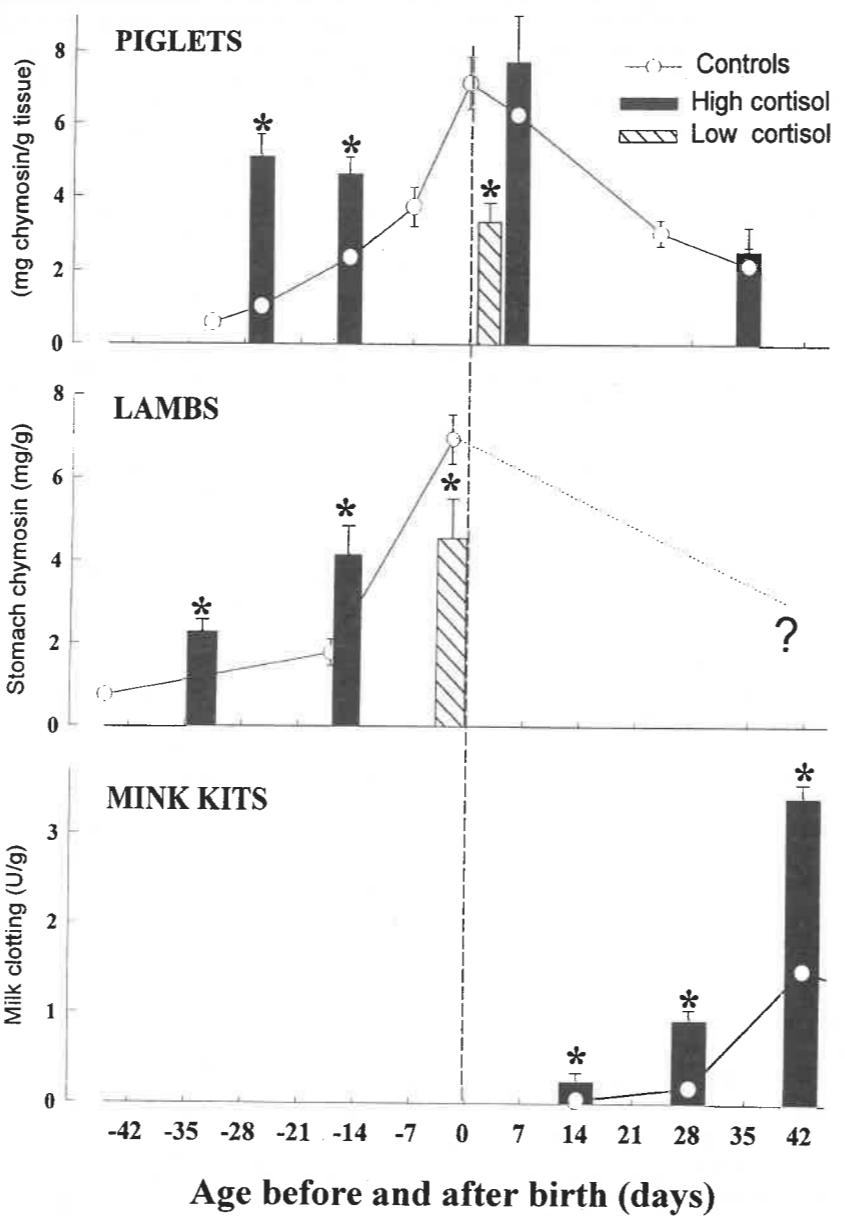


Figure 6. Development of stomach chymosin in 3 different species and the effects of cortisol on development. Chymosin production increases rapidly in the prenatal period of pigs and lambs and is stimulated by cortisol during this period. In the mink, a late-developing species, chymosin-like activity develops mainly postnatally and shows a correspondingly later stimulation by cortisol.

### STOMACH PEPSINOGEN DEVELOPMENT

- effects of cortisol in 3 species (mg/g tissue; \* P<0.05 from controls)

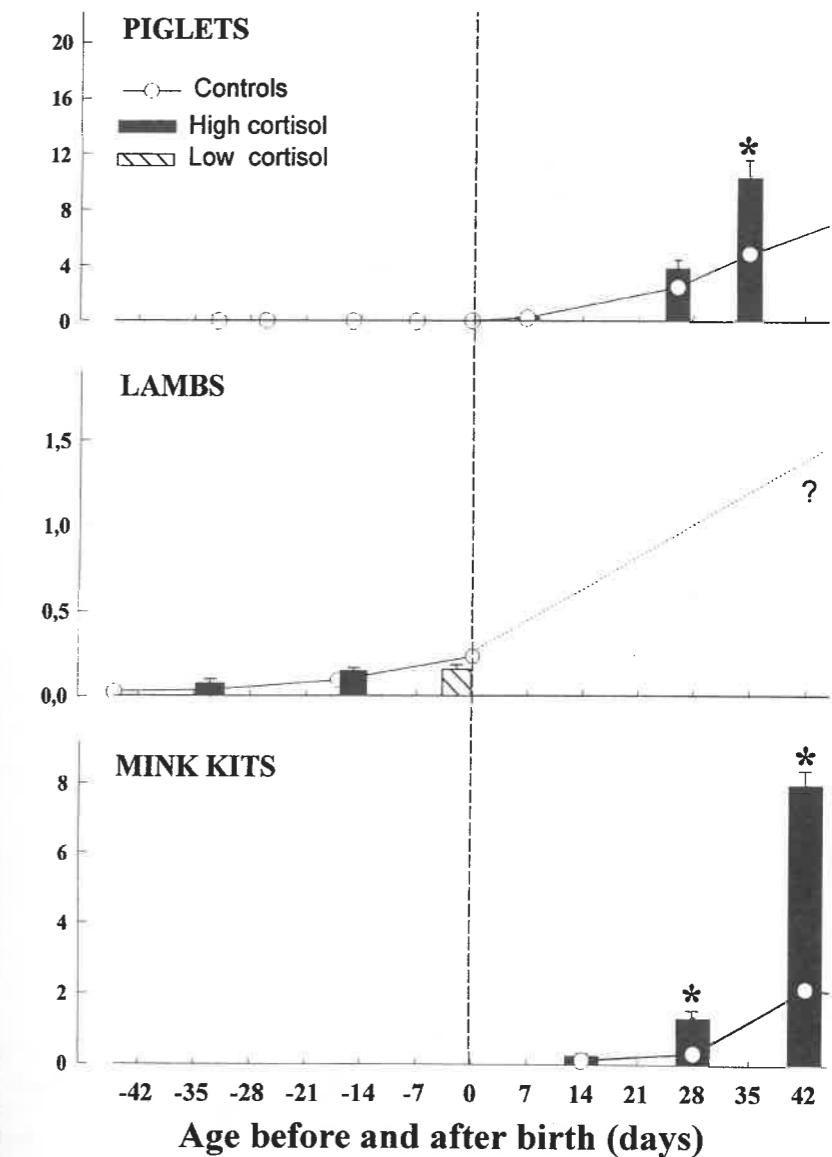


Figure 7. Development of stomach pepsin in 3 different species and the effects of cortisol on development. Pepsin production increases gradually shortly before birth (lambs) or after birth (pigs) and is not sensitive to cortisol induction until the more rapid increases which normally occur at the time of weaning. In mink, pepsin activity develops even later than in the lamb and pig and correspondingly, high cortisol levels stimulate pepsin production at or after the time of weaning at 4-6 weeks of age.

### INTESTINAL LACTASE DEVELOPMENT

- effects of cortisol in 3 species (U/g; \* P<0.05 from controls)

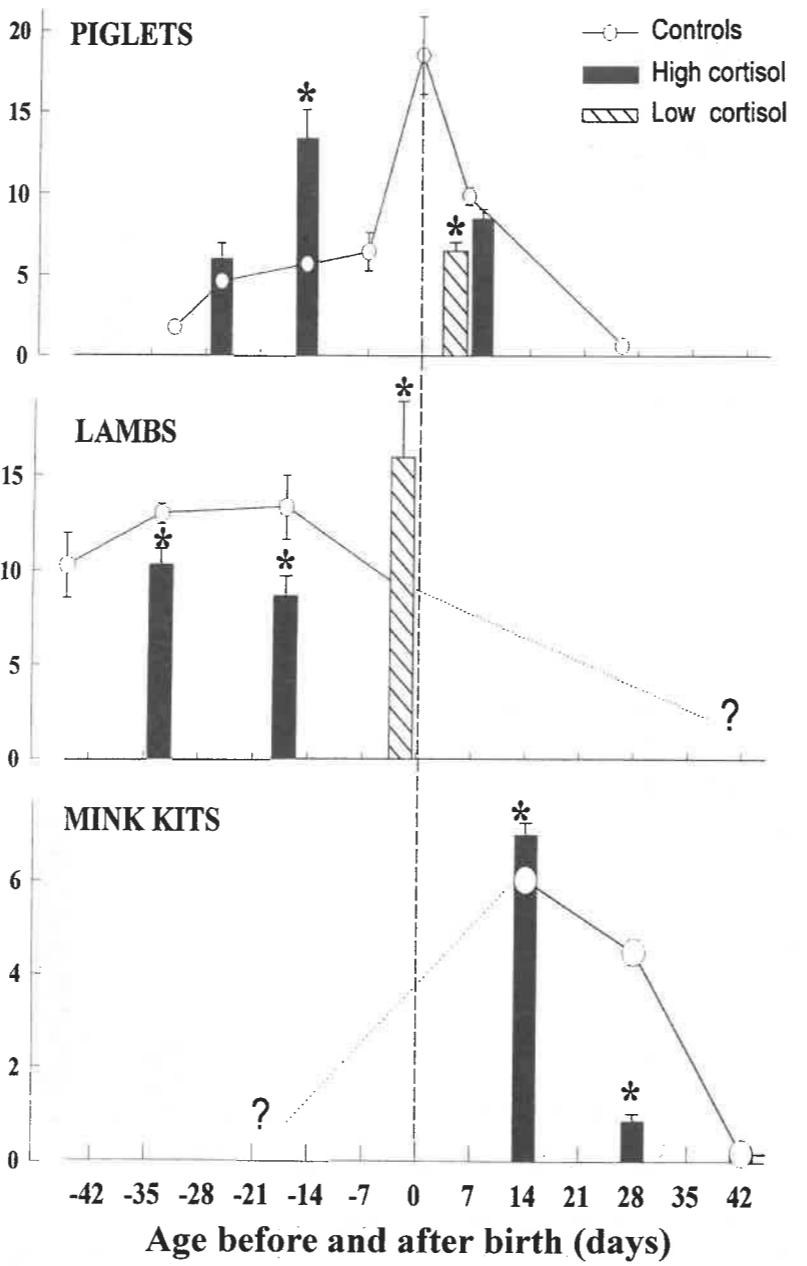


Figure 8. Development of intestinal lactase activity in pigs, sheep and mink before and after birth. In the pig, lactase activity peaks at term and cortisol stimulates the prenatal increase in activity. In lambs, activity reaches a maximum already some time before birth and cortisol accelerates the decline in activity that occurs prenatally. In the mink, peak lactase activity occurs some time after birth and initially cortisol stimulates activity (before about 2 weeks of age), later it inhibits the normal decline in activity.

### AMINOPEPTIDASE N DEVELOPMENT

- effects of cortisol in 3 species (U/g tissue; \* P<0.05 from controls)

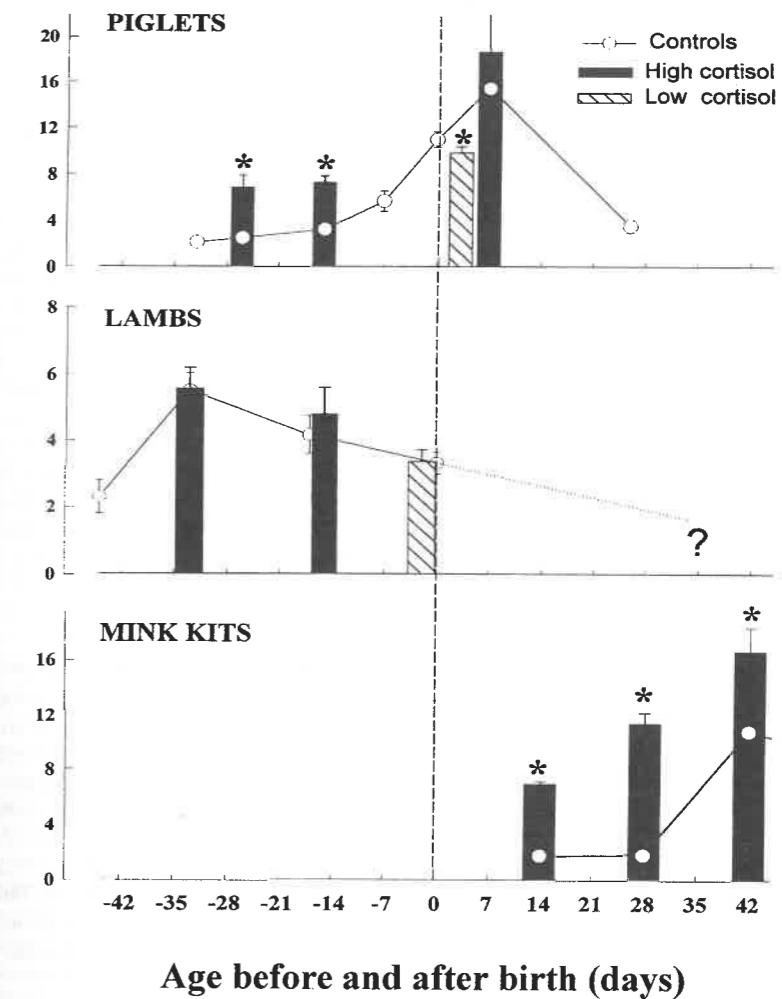


Figure 9. Development of intestinal aminopeptidase N activity in pigs, sheep and mink before and after birth. In pigs, aminopeptidase N activity peaks after birth and cortisol stimulates the prenatal activity increase. In lambs, aminopeptidase N activity is maximum some time before birth and cortisol has little effect on perinatal development. In the mink, aminopeptidase N activity does not increase notably until the postnatal period where excess cortisol has a stimulating effect on the activity.

In the exocrine pancreas of the pig, there are chymotrypsin-like and trypsin-like enzymes which show maximal activity in fetal life and disappear after birth („fetal proteinases“, WESTRÖM et al. 1987, SANGILD et al. 1994c). However, the majority of the pancreatic exocrine hydrolases show little activity in the fetus, increase gradually during the suckling period, and rise more rapidly after weaning (WESTRÖM et al. 1987, SANGILD et al. 1994). Pancreatic secretion is sensitive to stimulation shortly after birth in pigs (HARADA et al. 1988) but hydrolase activities generally remain low in both the lumen and pancreatic tissue during the first weeks postnatally. The major developmental increases in secretion occur during the weaning period (WESTRÖM et al. 1987, PIERZYNOWSKI et al. 1993) at which time pancreatic maturation also includes a marked increase in the acinar cell responsiveness to secretagogues such as CCK and secretin (HARADA et al. 1988, PIERZYNOWSKI et al. 1993).

Surprisingly, the starch-splitting enzyme, amylase, can also be found in relatively high amounts in the postnatal period of carnivorous animals, such as the mink, but contrary to omnivorous or herbivorous species (pig, sheep, cattle) the activity decreases after weaning. This and many other aspects of GIT enzymic development show that the functional development of the GIT does not always match what is required for digestion of nutrients at the various stages. Some enzymes may develop considerably earlier (e.g. *in utero*) than expected from the dietary needs of the animal, while others appear to develop concomitantly or even after a great demand for their hydrolytic activity evolves as a result of the introduction of new dietary components (e.g. at weaning). Finally, we observe that some enzymes which would not be expected to have a role in digestion are nevertheless present in the GIT at sites (e.g. the colon) and in species that normally would have no need for those particular enzymes (e.g. mink maltase, amylase). What determines the developmental profile for each enzyme? Is it genetic factors alone or is development also influenced by external factors such as hormones or diet? In the following, the extent to which the GIT enzymes are affected by cortisol and enteral food in the perinatal period will be discussed.

#### Glucocorticoid regulation of stomach development around birth

In the fetal pig and postnatal rat, gastric acidity develops in parallel with a surge in circulating glucocorticoid levels and treatment with exogenous glucocorticoids induces premature elevation of gastric acidity in pig fetuses (SANGILD et al. 1994a) and suckling rats (IKEZAKI and JOHNSON 1983). In postnatal pigs, elevated glucocorticoid levels do not affect the gastrin stimulated acid secretion (SANGILD et al. 1992). This may be explained by the rapid maturation of gastric acid secretion in the postnatal period of the pig which renders parietal cells unresponsive to glucocorticoid stimulation at an earlier age in the pig, than in the rat. In fetal pigs, exogenous administration of glucocorticoids also stimulates the normal developmental increase in plasma gastrin levels (SANGILD et al. 1994a). After birth, circulating gastrin levels decrease, and the observation that elevated glucocorticoid levels are associated with lowered gastrin release in postnatal pigs (SANGILD et al. 1992) and rats (Peitch et al. 1981) shows that the normal development of gastrin secretion is stimulated by glucocorticoids.

In suckling rats precocious changes in proteases (qualitative and quantitative) are induced by exogenous glucocorticoids (FURIHATA et al. 1972, IKEZAKI and JOHNSON 1983). Similarly in late gestation fetal and neonatal pigs and lambs, exogenous glucocorticoids stimulate chymosin production (SANGILD et al. 1994b, 1995c) (Figure 6). Adrenalectomy of fetal lambs or treatment of newborn pigs with metyrapone (an inhibitor of adrenal glucocorticoid synthesis) reduces the activity of these proteases (SANGILD 1995, SANGILD et al. 1995c) (Figure 6). Neonatal milk-clotting enzymes are believed to be important for the digestion of milk protein but their exact role remains to be elucidated. On the other hand, the fact that specific neonatal milk-clotting enzymes are completely absent in some species (e.g. humans) and that milk-clotting activity develops long after the first intake of milk in some other species (e.g. mink), suggest that the presence of neonatal milk-clotting enzymes is not crucial for digestion of milk proteins. Only in the large farm animals are specific milk-clotting enzymes found in peak levels around the time of birth. Consistent with the relatively late development of milk-clotting activity in the mink, exogenous cortisol does not stimulate this activity until several weeks after birth in mink kits

(Figure 6). In pigs, elevated glucocorticoid levels during first 5 postnatal weeks continue to induce small increases in pepsinogen levels (SANGILD et al. 1991b), but because circulating glucocorticoid levels normally decrease postnatally such effects are unlikely to be important under physiological conditions.

#### Luminal influences on stomach development at birth

Daily infusion of amniotic fluid, milk whey or colostrum whey into the prenatal pig gut decreases gastric fluid pH at delivery (SANGILD et al. 1996b) and this indicates enhanced functional maturation of immature parietal cells. The suggestion that enteral input is necessary for the normal development of acid secretory function in the perinatal period is in agreement with the effects of intragastric amniotic fluid infusion into the fetal rabbit (Mulvihill et al. 1985). Preliminary evidence from the pig and lamb suggests that the ingestion of amniotic fluid in the fetus and of colostrum in the neonate also stimulates gastrin release. Both pig fetuses (87-94% gestation) and lamb fetuses (82-87% gestation) showed increased plasma gastrin after 6-7 days of intragastric infusion of either amniotic fluid, milk whey or colostrum whey (SANGILD et al. 1996a, 1996b). In these studies, the gastrin releasing effects of the various fluids were similar despite their large differences in protein composition and growth factor contents. When prenatal pig or lamb fetuses were prevented from receiving any enteral fluid („ligated fetuses“), plasma gastrin levels decreased (SANGILD et al. 1996a, 1996b). The lack of both luminal nutrients and specific gastrin releasing substances in amniotic fluid may explain this decrease in gastrin secretion.

Stomach chymosin levels in prenatal pigs (1-2 weeks before term), infused with amniotic fluid, milk whey or colostrum whey into their stomachs, tend to be elevated in comparison with chymosin levels in ligated fetuses (SANGILD et al. 2000). In these studies the values in ligated fetuses were similar to those in unoperated fetuses of the same fetal age (SANGILD et al. 1994b). Luminal influences are thus unlikely to play a major role in protease development shortly before birth. The increases in infused fetuses may be explained more by the stress (and subsequent glucocorticoid release) after fetal surgery than by increased enteral stimuli. This conclusion is also supported by our recent experiments in fetal sheep, where chymosin and pepsin concentrations were similar in groups of fetuses which received no fluid or were infused for seven days with amniotic fluid, milk whey, colostrum whey or Gastrin-Releasing Peptide (GRP) (SANGILD and TRAHAIR, unpublished observations).

#### Glucocorticoid regulation of pancreas development around birth

In the rat, the pre-weaning surge in circulating glucocorticoids stimulates the synthesis and secretion of pancreatic enzymes, independent of dietary changes (LEE and LEBENTHAL 1983). Likewise, it is possible that in species such as the pig and sheep, the prenatal development of the exocrine pancreas is stimulated by the fetal surge in circulating glucocorticoids. This hypothesis has been tested by manipulating circulating glucocorticoid levels in fetal and neonatal pigs (SANGILD et al. 1994c) and in fetal lambs (SANGILD et al. 1995c). Both studies suggest that glucocorticoids are important in modulating the normal developmental changes of pancreatic enzymes, most notably pancreatic amylase. It is noteworthy, that a number of other enzymes remained unaltered after glucocorticoid manipulation. The effects of glucocorticoids are thus highly specific for individual enzymes, and may depend on the presence of specific steroid response elements in the translation and post-translational processes involved in synthesis of each hydrolase.

#### Luminal influences on pancreas development around birth

While diet-dependent adaptations in pancreatic enzyme activities are well documented in weanling and growing animals (LE HÜEROU-LURON et al. 1993, PIERZYNOWSKI et al. 1993), the evidence for a role of enteral diet in the early development of the exocrine pancreas is more equivocal. In the prenatal pig, the concentrations of pancreatic amylase and trypsin are not different between fetuses receiving no enteral fluid (ligated fetuses) and groups of fetuses infused for six days with amniotic fluid or colostrum (SANGILD et al. 2000). In the neonate, the large increase in pancreatic weight over the first days (Figure 4) may be partly explained by the stimulating effects of colostrum on pancreatic growth (WIDDOWSON

and CRABB 1976), and such increases occur in both premature and term piglets (SANGILD and WESTRÖM, unpublished observations). The effects of colostrum may depend on the endocrine changes occurring at birth since the increase in weight during the first 2 days is much lower in newborn caesarean delivered pigs than in newborn vaginally delivered pigs (30% versus 50-60 %,  $P < 0.05$ ). Selective effects of luminal colostrum are probably mediated via the large amounts of IGFs present in sow's colostrum (SIMMEN et al. 1990). The facts that pancreatic growth is stimulated by oral infusion of IGF-I or IGF-II (XU et al. 1994a), and that intact growth factors can be absorbed from the gut in neonatal pigs (XU and WANG 1995), support this hypothesis. Further, growth of the pancreas is more sensitive to oral IGF-I treatment or intrauterine growth retardation than the other parts of the gut (Xu et al. 1994a 1994b).

#### Glucocorticoid regulation of intestinal development around birth

Based on the normal developmental profiles of enzyme activity, it is logical to ask whether the prenatal rise in circulating glucocorticoid levels stimulates the normal rise in lactase and aminopeptidase activities (Figures 8 and 9). Indeed, this seems to be the case because exogenous glucocorticoid administration to immature pig fetuses stimulates the above enzyme activities, most notably in the proximal small intestine (SANGILD et al. 1995b) while it leaves the activity of other enzymes (sucrase, maltase and dipeptidyl peptidase IV) unchanged. Differences in the number and activity of glucocorticoid receptors on epithelial cells and intracellular differences in the translational and post-translational control of enzyme biosynthesis may contribute to the fact that the effects of glucocorticoids are idiosyncratic for particular enzymes and intestinal regions. In the rat, a similar conclusion has emerged from studies on sucklings which showed that the postnatal increases in sucrase and maltase activities occurred at or shortly after a normal developmental increase in circulating glucocorticoid levels (HENNING et al. 1994).

#### Luminal influences on intestinal development around birth

Several investigators have documented maturational effects of colostrum on intestinal hydrolase activities e.g. an accelerated decline in the specific lactase activity (WIDDOWSON et al. 1976, KELLY et al. 1993, TIVEY et al. 1994) and increases in specific maltase and aminopeptidase activities (BUDDINGTON et al. 1996, SANGILD et al. 1996d). These effects may arise from both the nutritional composition of colostrum (e.g. high protein levels) and the high level of growth factors and hormones such as insulin, IGF-I and EGF (DONOVAN and ODLE 1994). For some time these peptides have been known to influence the functional development of the intestine in various species but only more recently has evidence accumulated in favour of a role of peptides also from the luminal side of the gut. The identification of specific mucosal receptors for growth factors supports such a role (SCHOBER et al. 1990, KELLY et al. 1992). However, contrary to the effects of colostrum in the pig, orally administered IGF-I to neonatal piglets augments the activity of lactase with no effects on gut growth (KELLY 1994). In neonatal pigs, oral insulin stimulates growth of the ileal mucosa and enhances the specific activities of lactase and maltase with no effect on sucrase activity (SHULMAN 1990).

Before birth, in the catheterized pig fetus, enteral infusion of colostrum does not affect the specific lactase activity, but it accelerates the normal developmental increases in maltase and peptidase activities in the middle and distal small intestine, when compared with amniotic fluid infusion (SANGILD et al. 1996d). Pig fetuses which are prevented from receiving any luminal input for 6 days show lower aminopeptidase activity but higher lactase activity in the distal intestine than fetuses infused with amniotic fluid (SANGILD et al. 2000). The swallowing of amniotic fluid may thus affect the functional development of the pig intestine near term just as colostrum influences development immediately after term. The observation that colostrum does not always exert identical effects in the fetus and neonate, and in pigs after different modes of delivery (SANGILD et al. 1996d), shows that the responsiveness of intestinal cells may be time specific, and that effects of the birth process interact with those of colostrum. The intestinal enterocyte turnover is slower in fetuses than in neonates (TRAHAIR and SANGILD, 1997), and therefore the modulating effects of both systemic and luminal factors may require a longer period to become established in the intestine of fetuses and immature newborn pigs than in term newborn pigs.

#### Conclusion and perspectives

Many studies on GI enzyme development in the farm animal species have been concerned strictly with the postnatal changes in enzyme activity. In this review, we have focussed more on the changes in enzyme activity which occur immediately before and after birth (the perinatal period) which is also the period associated with the greatest morbidity and mortality of animals. Comparative studies in large farm animals (pig, sheep, cow, horse) have shown that pronounced developmental events occur in the GIT during the perinatal and suckling periods and enzyme activities generally develop later and more rapid than in humans (fetal period), while enzyme development is slower and earlier than in experimental animals such as rats and mice (weaning period). In a carnivorous farm animal, the mink, GIT enzyme development is slower and later than in rats and all of the common farm animal species. The varying developmental profiles in the various animals are probably determined mainly by genetic factors and external influences do not profoundly change, only modify, normal development.

Comparative studies on fetal, newborn and suckling animals from several species have shown that endocrine factors, the birth process itself, and enteral diet all have effects on GIT enzymes during the critical perinatal period. Glucocorticoids, probably the most potent hormonal factor, stimulates the activity of many GIT enzymes, particularly in the prenatal and neonatal periods when large increases in enzyme activity normally occur. A low level of circulating glucocorticoids may in part explain why animals that are born too early or by elective caesarean section show poor survival and digestive capacity. The potential to enhance neonatal enzyme development in farm animals by glucocorticoid treatment is relatively unexplored. However, it should be noted that such treatment may have negative side effects, including a growth depression induced by the catabolic effect of glucocorticoids.

The described effects of amniotic fluid or colostrum on the prenatal development of digestive enzymes has obviously no practical applications or uses in animal production. More importantly, however, the studies on these aspects of intestinal development show that the developing GIT is highly responsive to modulation by luminal diet already before the normal time of birth when the animal becomes fully dependent on enteral nutrition. The enormous response in the newborn GIT to the first intake of colostrum is therefore not directly related to the fact that the animal is born and now dependent on an enteral route of nutrient administration. The colostrum-induced increases in tissue-specific enzyme activities are as high as 200-300% for some enzymes and if this increase is multiplied by the associated dramatic 50-100% increase in tissue mass then the total hydrolytic capacity for certain enzymes may increase as much as 500% during the first few days after birth. This documents that colostrum has effects far beyond the provision of passive immunity (absorption of colostral immunoglobulins) and has pronounced effects on GIT enzyme development. Future research should reveal whether luminal diet in the neonatal period affects not only the digestive capacity in the short term, but also influences GIT development in the long term, and particularly around the important nutritional transition at weaning.

#### References

- BUDDINGTON, R. K., MALO, C., ZHANG, H., (1996): In: *Advances in Swine in Biomedical Research* (ed. M. E. TUMBLESON and L. SCHOOK). Plenum Press, New York, USA, 757-768
- CRANWELL, P. D., (1995): In: *The Neonatal Pig: Development and Survival* (ed. M. A. VARLEY). CAB International, Wallingford, United Kingdom, pp. 99-154.
- DONOVAN, S. M., ODLE, J., (1994): *Ann. Rev. Nutr.* 14, 147-167
- FOLTMANN, B., (1992): *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 52 (suppl. 210), 65-79
- FURIHATA, C., KAWACHI, T., SUGIMURA, T., (1972): *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 47, 705-711
- GUILLOTEAU, P., CORRING, T., GARNOT, P., MARTIN, P., TOULLEC, R., DURAND, G., (1983): *J. Dairy Sci.* 66, 2373-2385
- GUILLOTEAU, P., CORRING, T., TOULLEC, R., ROBELIN, J., (1984): *Reprod. Nutr. Dev.* 24, 315-325

- HARADA, E., KIRIYAMA, H., KOBAYASHI, E., TSUCHITA, H., (1988): Comp. Biochem. Physiol. 91A, 43-51
- HENNING, S. J., RUBIN, D. C., SHULMAN, R. J., (1994): In: Physiology of the Gastrointestinal Tract, 3rd ed. (ed. L. R. JOHNSON). Raven Press, New York, USA, pp. 571-610
- IKEZAKI, M., JOHNSON, L. R., (1983): Am. J. Physiol. 244, G165-G170
- KELLY, D., (1994): Eur. Ass. Anim. Prod. 80, 151-166
- KELLY, D., McFAYDEN, M., KING, T. P., MORGAN, P. J., (1992): Reprod. Fert. Dev. 4, 183-191
- KELLY, D., KING, T. P., McFADYEN, M., COUTTS, A. G., (1993): Biol. Neonate 64, 235-244
- LE HÜROU-LURON, I., LHOSTE, E., WICKER-PLANQUART, C., DAKKA, N., TOULLEC, R., CORRING, T., GUILLOTEAU, P., PUIGSERVER, A., (1993): Proc. Nutr. Soc. 52, 301-313
- LEE, P. C., LEBENTHAL, E., (1983): J. Nutr. 113, 1381-1387
- MULVIHILL, S. J., STONE, M. M., DEBAS, H. T., FONKALSRUD, E. W., (1985): J. Pediatr. Surg. 20, 668-672
- PEITSCH, W., TAKEUCHI, K., JOHNSON, L.R., (1981): Am. J. Physiol. 240, G442-G449
- PIERZYNOWSKI, S. G., WESTRÖM, B. R., ERLANSSON-ALBERTSSON, C., AHRÈN, B., SVENSEN, J., KARLSSON, B.W., (1993): J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 16, 287-293
- ROBERTS, M.C, (1975): J. Reprod. Fert. (Suppl.) 23, 717-723
- SANGILD, P.T., (1996): *DSc thesis*. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, 175 pp
- SANGILD, P.T., ELNIF, J., (1996): J. Nutr. 126, 2061-2068
- SANGILD, P.T., (1999): In: *Biology of the Pancreas in Growing Animals* (R. ZABIELSKI and S.R. PIERZYNOWSKI, eds.), Ch.1, pp. 1-13. Elsevier, Amsterdam
- SANGILD, P.T., FOWDEN, A.L., TRAHIR, J.F., (2000): Livest. Prod. Sci. (In press)
- SANGILD, P.T., CRANWELL, P.D., SØRENSEN, H., MORTENSEN, K., NORÈN, O., WETTEBERG, L., SJÖSTRÖM, H., (1991a): Eur. Ass. Anim. Prod. 54, 73-78
- SANGILD, P.T., FOLTMANN, B., CRANWELL, P.D., (1991b): J. Dev. Physiol. 16, 229-238
- SANGILD, P. T., CRANWELL, P. D., HILSTED, L., (1992): Biol. Neonate 62, 363-372
- SANGILD, P. T., HILSTED, L., NEXØ, E., FOWDEN, A. L., SILVER, M., (1994a): Exp. Physiol. 79, 135-146
- SANGILD, P.T., SILVER, M., FOWDEN, A.L., TURVEY, A., FOLTMANN, B., (1994b): Biol. Neonate 65, 378-389
- SANGILD, P.T., WESTRÖM, B.R., FOWDEN, A.L., SILVER, M., (1994c): J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 19, 204-212
- SANGILD, P.T., WESTRÖM, B.R., FOWDEN, A.L., SILVER, M., (1994d): Eur. Ass. Anim. Prod. 80, 220-222
- SANGILD, P.T., (1995): Reprod. Fert. Dev. 7, 1293-1298
- SANGILD, P.T., HILSTED, L., NEXØ, E., FOWDEN, A. L., SILVER, M., (1995a): Exp. Physiol. 80, 147-157
- SANGILD, P. T., SJÖSTRÖM, H., NORÈN, O., FOWDEN, A. L., SILVER, M., (1995b): Pediatr. Res. 37, 207-212
- SANGILD, P.T., WESTRÖM, B. R., SILVER, M., FOWDEN, A. L., (1995c): Reprod. Fert. Dev. 7, 655-658
- SANGILD, P. T., HILSTED, L., BJÖRN SKOV-BARTHOLDY, L., HOLST, J. J., TRAHIR, J. F. (1996a): Reg. Pept., 64, 167
- SANGILD, P. T., HILSTED, L., SILVER, M., FOWDEN, A. L., (1996b): Reg. Pept. 64, 167
- SANGILD, P. T., SCHMIDT, M. H., PIERZYNOWSKI, S. R., GREVE, T., (1996c): Reg. Pept., 64, 168
- SANGILD, P. T., SILVER, M., SCHMIDT, M., FOWDEN, A. L., (1996d): In: *Advances in Swine in Biomedical Research* (ed. M. E. TUMBLESON, and L. SCHOOK). Plenum Press, New York, USA, pp. 745-756
- SCHOBER, D. A., SIMMEN, F. A., HADSELL, D. L., BAUMRUCKER, C.R., (1990): Endocrinology 126, 1125-1132
- SHULMAN, R. J., (1990): Pediatr. Res. 28, 171-175

- SIMMEN, F. A., CERA, K. R., MAHAN, D. C., (1990): J. Anim. Sci. 68, 3596-3603
- TIVEY, D. R., LE-DIVIDICH, J., HERPIN, P., BROWN, D., DAUNCEY, M.J., (1994): Exp. Physiol. 79, 189-201
- TOOFANIAN, F., HILL, F.W.G., KIDDER, D.E., (1974a): Res. Vet. Sci. 16, 375-381
- TOOFANIAN, F., KIDDER, D.E., HILL, F.W.G., (1974b): Res. Vet. Sci. 16, 382-392
- TRAHAIR, J.F., SANGILD, P.T., (1997): Eq. Vet. J. 24 (Suppl.), 40-50
- WANG, T., XU, R.J., (1996): Biol. Neonate 70, 339-348
- WESTRÖM, B. R., OHLSSON, B., KARLSSON, B.W., (1987): Pancreas 2, 589-596
- WIDDOWSON, E. M., COLOMBO, V. E., ARTAVANIS, C.A., (1976): Biol. Neonate 28, 272-281
- WIDDOWSON, E. M., CRABB, D.E., (1976): Biol. Neonate 28, 261-271
- XU, R. J., MELLOR, D. J., BIRTLES, M. J., BREIER, B. H., GLUCKMAN, P.D., (1994a): Biol. Neonate 66, 280-287
- XU, R. J., MELLOR, D. J., BIRTLES, M. J., REYNOLDS, G. W., SIMPSON, H.V., (1994b): J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 18, 231-240
- XU, R. J., WANG, T., (1995): In: *Manipulating Pig Production* (ed. D. P. HENNESSY and P. D. CRANWELL). Australasian Pig Science Association, Werribee, Victoria, Australia, pp. 82.

1. **Belastungsbedingte Veränderungen der Calciumhomöostase und Bedeutung hämatologischer Indikatoren für den Knochenauf- und -abbau bei jungen Pferden im Verlauf einer standardisierten Trainingsperiode** (Exercise-induced changes in calcium homeostasis and significance of haematological markers of bone turnover in young horses during a training period). I. Vervuert\*, M. Coenen, J. Harmeyer, U. Wedemeyer, C. Chrobok und H. P. Sporleder - Hannover

Bei wachsenden, aber bereits intensiv arbeitenden Pferden stellt sich die Frage, inwieweit unterschiedliche Belastungsarten (Lang- bzw. Kurzzeitbelastung) einen Einfluss auf die Regulation der Calciumhomöostase besitzen. Darüber hinaus ist es von Interesse, die Interaktionen zwischen Training und Skelettentwicklung anhand hämatologischer Knochenmarker zu überprüfen.

Für die Untersuchung standen 7 Pferde zur Verfügung (Traber, Alter 2 Jahre; Fütterung: Heu-Hafer Ration, Calciumversorgung: 60-90 g/Tag). Zu Beginn des Trainings auf dem Laufband wurden die Pferde einem standardisierten Stufentest (6 Stufen à 5 min, Anstieg der Geschwindigkeit von Stufe zu Stufe 1 m/s; 1. Stufe 5 m/s) unterzogen. Das anschließende Training der Pferde bestand aus insgesamt 8 Kurzzeit- (Startgeschwindigkeit bei  $v_4$ , minütlicher Anstieg der Geschwindigkeit um 0,3 m/s, Gesamtdauer: 15 min) und 8 Langzeitbelastungen (konstante Geschwindigkeit bei  $v_{2,5}$  für ca. 60-90 min; Gesamtdauer kalkuliert entsprechend dem Energiebedarf während der Kurzzeitbelastung), die alternierend jeden 2. Tag durchgeführt wurden. Die Geschwindigkeit  $v_4$  bzw.  $v_{2,5}$  beschreibt die Geschwindigkeit, bei der im Stufentest eine Lactatkonzentration von 4 bzw. 2,5 mmol/l Blut berechnet wurde. Im Anschluss an die Trainingsperiode erfolgte ein zweiter Stufentest (identische Testvorschrift wie 1. Stufentest). Folgende Parameter wurden zu definierten Zeitpunkten analysiert: Lactat und ionisiertes Calcium (pH 7,4 korrigiert) im Vollblut, Gesamtcalcium, Parathormon (PTH), Osteocalcin und ICTP (cross-linked carboxyterminal telopeptide of type I collagen) im Plasma. Stufentest und Kurzzeitbelastung führten zu einem signifikanten Anstieg der PTH Konzentration im Plasma und zu einem deutlichen Abfall des ionisierten Calciums im Vollblut ( $p<0,05$ ; Tabelle).

Belastungsbedingte Veränderungen von PTH im Plasma und ionisiertes Calcium im Vollblut

Belastung	Beginn Trainingsperiode		Ende Trainingsperiode	
	Start	Ende	Start	Ende
Stufentest				
PTH (ng/ml)	9,0±2,6 <sup>a</sup>	32,2±9,4 <sup>b</sup>	9,2±4,7 <sup>a</sup>	29,3±10,1 <sup>b</sup>
Ca <sup>++</sup> (mmol/l)	1,633±0,055 <sup>a</sup>	1,419±0,049 <sup>b</sup>	1,667±0,045 <sup>a</sup>	1,484±0,079 <sup>b</sup>
Kurzzeitbelastung				
PTH (ng/ml)	11,4±2,7 <sup>a</sup>	30,4±4,7 <sup>b</sup>	9,2±3,4 <sup>a</sup>	31,2±10,4 <sup>b</sup>
Ca <sup>++</sup> (mmol/l)	1,597±0,049 <sup>a</sup>	1,416±0,096 <sup>b</sup>	1,661±0,060 <sup>a</sup>	1,473±0,076 <sup>b</sup>
Langzeitbelastung				
PTH (ng/ml)	11,8±6,7 <sup>a</sup>	8,8±4,0 <sup>a</sup>	12,3±5,4 <sup>a</sup>	13,5±6,9 <sup>a</sup>
Ca <sup>++</sup> (mmol/l)	1,664±0,085 <sup>a</sup>	1,662±0,049 <sup>a</sup>	1,650±0,049 <sup>a</sup>	1,646±0,054 <sup>a</sup>

Unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede:  $p<0,05$

Im Verlauf der Trainingsperiode kam es zu einem Abfall des Osteocalcins von 53,3±6,7 µg/l (Beginn Trainingsperiode) auf 37,4±6,6 µg/l (Ende Trainingsperiode,  $p<0,05$ ). Trainingsbedingte Effekte auf den knochenabbauenden Parameter ICTP konnten mit 13,3±2,3 µg/l zu Beginn der Trainingsperiode und 12,5±1,9 µg/l am Ende der Trainingsperiode nicht beobachtet werden.

Ob ein Vermeiden der deutlichen Verschiebung der Calciumhomöostase während Stufentest und Kurzzeitbelastung durch intensive Langzeitbelastungen bei geringer Geschwindigkeit für wachsende Pferde günstiger ist, bedarf der Klärung, zumal deutlich wird, dass der Knochen im Verlauf der Trainingsperiode nicht unbeeinflusst blieb, da der knochenaufbauende Parameter Osteocalcin, trotz hoher Calciumzufuhr, in dieser Phase signifikant abfiel.

\* Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

**2. Die Bedeutung der nativen Phytaseaktivität im Weizen für die Phosphor-Verwertung bei Broilern und Legehennen** (The importance of native phytase activity in wheat on the phosphorus utilization in broilers and laying hens). Kerstin Oloffs\*, J. Cossa und H. Jeroch – Halle (Saale)

Bei Hühnergeflügel ist die Verwertung des in pflanzlichen Futtermitteln enthaltenen Phosphors oftmals sehr gering, was zum großen Teil ursächlich durch die geringe futtermittelbürtige bzw. native Phytaseaktivität bedingt ist. Von den Getreidearten ist Weizen durch eine hohe Variabilität an nativer Phytaseaktivität charakterisiert, was Anlass zu Untersuchungen gab, Weizensorten mit differenter nativer Phytaseaktivität hinsichtlich der Phosphor-Verwertung bei Broilern und Legehennen zu prüfen.

Die Bilanzversuche erfolgten an männlichen Broilerküken (16.-20. Lebenstag) und Weißen Leghornhybriden (33 Lebenswochen) im Direktverfahren, wobei den Versuchsgruppen jeweils sechs Tiere zugeordnet waren.

Tiermaterial	Weizensorte	Phytaseaktivität (U/kg)	P-Verwertung (%)	
			$\bar{x}$	s
Broiler	Toronto 1	510	36,2 <sup>a</sup>	2,4
	Toronto 2	710	38,1 <sup>a</sup>	10,9
	Jonas 1	560	44,9 <sup>abc</sup>	7,3
	Jonas 2	610	41,8 <sup>ab</sup>	8,4
	Piko 1	940	51,5 <sup>c</sup>	4,6
	Piko 2	1240	56,5 <sup>c</sup>	4,9
Legehennen	Estica	600	42,7 <sup>a</sup>	16,0
	Moldau	760	47,2 <sup>ab</sup>	14,0
	Ritmo	910	48,7 <sup>b</sup>	11,0

1 = Standort I    2 = Standort II

Bei den Broilern wurden für die verschiedenen Weizensorten Phosphor-Verwertungen in einem Bereich von 36,2 % bis 56,5 % ermittelt werden. Es wird deutlich, dass die Phosphor-Verwertung von Weizensorten mit höherer nativer Phytaseaktivität statistisch signifikant über den phytaseärmeren Sorten liegt. Im Mittel aller geprüften Weizensorten bei den Broilern ergab sich eine Phosphor-Verwertung in Höhe von 44,8 %.

Bei den Legehennen konnte ebenfalls eine statistisch signifikante Abhängigkeit der Phosphor-Verwertung von der Höhe der nativen Phytaseaktivität im Weizen ermittelt werden. Es wurden Phosphor-Verwertungen in einem Bereich von 42,7 % bis 48,7 % konstatiert, wobei sich über die geprüften Weizensorten bei Legehennen ein Mittelwert von 46,2 % ergab.

Zwischen der nativen Weizenphytase und der Phosphor-Verwertung wurde eine hochsignifikante Korrelation ( $r = 0,88$ ) berechnet.

**3. Verdaulichkeit des Phosphors verschiedener Herkünfte bei der Regenbogenforelle** (Digestibility of phosphorus of different sources in rainbow trout). Z. Gregus\*, M. Rodehutscord und E. Pfeffer – Bonn/Halle

In vorangegangenen Untersuchungen wurde gezeigt, dass für die Bestimmung der P-Verdaulichkeit bei Forellen die P-Konzentration im Futter nicht höher als 3 g/kg T sein sollte, damit regulatorische P-Ausscheidungen das Ergebnis nicht verfälschen (GREGUS et al. 1999). Eine Grundmischung mit 0,6 g P/kg T wurde entweder allein oder mit Zulage von P verschiedener Herkünfte gefüttert. Jede Mischung wurde an drei Gruppen von 20 Forellen gefüttert. Die Zuteilung erfolgte so, dass alle Gruppen gleiche Mengen der Grundmischung erhielten. Die P-Konzentration der supplementierten Mischungen lag zwischen 2,0 und 2,5 g/kg T. Kotproben wurden nach dem Sedimentationsprinzip gewonnen. HCl-unlösliche Asche wurde als Marker verwendet.

Die Verdaulichkeit des zugelegten Phosphors wurde jeweils nach dem Differenzprinzip zwischen supplementierter Mischung und Grundmischung berechnet.

Komponente	g/kg T				VQ-P ( $\bar{x} \pm SE$ )
	XP	XL	XA	P	
<u>Mineralische P-Quellen</u>					
MCP	-	-	1000	229	93 $\pm$ 1,1
MDCP	-	-	1000	218	73 $\pm$ 1,2
DCP, Dih.	-	-	1000	186	77 $\pm$ 2,7
DCP, Anh.	-	-	1000	213	54 $\pm$ 1,7
CaNaMgP	-	-	1000	181	92 $\pm$ 1,2
MNP	-	-	1000	240	95 $\pm$ 0,9
TCP	-	-	1000	190	37 $\pm$ 3,9
<u>Fischmehle</u>					
Peru	710	130	174	27,5	74 $\pm$ 2,8
Faroe	794	117	148	23,8	71 $\pm$ 1,5
Denemark A	808	110	121	21,2	83 $\pm$ 2,0
B	787	105	141	22,2	79 $\pm$ 1,2
C	853	84	82	15,4	89 $\pm$ 1,4
<u>Schlachtnebenprodukte</u>					
Geflügelfleischmehl A	645	170	188	32,8	57 $\pm$ 1,7
" B	710	152	125	21,7	66 $\pm$ 1,4
Geflügelproteinmehl	754	105	84	11,8	93 $\pm$ 1,1
Fleischknochenmehl	467	111	421	70,8	67 $\pm$ 2,0
Tiermehl A	548	156	265	44,2	44 $\pm$ 3,8
" B	612	144	179	27,7	60 $\pm$ 2,8

(1) GREGUS, Z., RODEHUTSCORD, M., PFEFFER, E. (1999): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8

\* Institut für Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Emil-Abderhalden-Str. 26, D-06108 Halle (Saale)

\* Institut für Tierernährung, Endenicher Allee 15, D-53115 Bonn

**4. Versorgung von Pferden in Bayern mit den Spurenelementen Zink, Kupfer und Selen**  
(Supply with the trace elements zinc, copper and selenium in Bavarian horses). T. Frank, Brigitte Wichert\* und Ellen Kienzle - München

Um einen Überblick über die Spurenelementversorgung von Pferden in Bayern zu bekommen, wurden 106 Pferde unterschiedlicher Nutzungsarten (Warmblut, Kaltblut, Vollblut, Araber, Andalusier, Lusitano, Quarter Horse, Haflinger, Isländer, Huzule, Shetland-, Connemara-, Tinker-Pony und Paso Peruano, 49 Stuten, 41 Wallache und 16 Hengste zwischen einem und zwanzig Jahren) untersucht. Es wurden 2mal im Abstand von 6 Monaten Blut- und Futterproben (Tab. 1) sowie einmalig Horn- und Haarproben auf Zink, Kupfer und Selen untersucht.

Tabelle 1: Spurenelementgehalte in Einzelfuttermitteln

Futtermittel	(n)	Zink (mg/kg TS)	Kupfer (mg/kg TS)	Selen (µg/kg TS)
Heu	34	26,9 ± 8,9	4,96 ± 0,88	27 ± 21
Stroh	17	9,6 ± 3,6	2,57 ± 0,88	16 ± 9
Gras	22	37,9 ± 8,5	9,41 ± 2,28	29 ± 43
Grassilage	12	29,8 ± 7,0	6,93 ± 1,60	15 ± 7
Gras-Cobs	3	33,0 ± 11,2	8,65 ± 3,04	48 ± 29
Hafer	22	25,4 ± 8,7	4,34 ± 1,69	45 ± 61
Gerste	5	27,4 ± 4,1	4,87 ± 1,34	75 ± 65
Weizenkleie	2	73,0 ± 3,0	10,93 ± 1,02	35 ± 5
Mais	4	21,8 ± 4,9	2,04 ± 0,39	4 ± 5
Leinsamen	4	59,5 ± 14,2	11,64 ± 0,07	66 ± 69
Rübenschotel	4	59,8 ± 19,7	6,01 ± 0,41	102 ± 75

Die Spurenelementversorgung der Pferde (Tab. 2) wurde aufgeteilt nach der Rationsgestaltung beurteilt.

Tabelle 2: Anteil der Pferde (in Prozent) mit nicht bedarfsdeckender Spurenelementversorgung; Bedarf nach GfE (1994)

Futtermittel	Zink	Kupfer	Selen
wirtschaftseigen	100	17,1	100
wirtschaftseigen + Mineralfutter	66,7	39,4	78,8
wirtschaftseigen + Mischfutter	77,2	17,1	87,1
wirtschaftseigen + Mineral-+ Mischfutter	32,7	5,9	35,6

Die Untersuchung der Plasmazinkgehalte ergab im Mittel  $666 \pm 132 \mu\text{g/l}$ . Im Haar waren im Mittel  $126 \pm 38 \mu\text{g/kg TS}$  und im Horn  $146 \pm 46 \mu\text{g/kg TS}$  Zink enthalten. Die Kupfergehalte im Plasma lagen bei  $1040 \pm 200 \mu\text{g/l}$  und die Selengehalte bei  $76 \pm 35 \mu\text{g/l}$ . Im Haar waren  $7,0 \pm 1,7 \mu\text{g/kg TS}$  Kupfer und im Horn  $7,0 \pm 4,4 \mu\text{g/kg TS}$  Kupfer enthalten.

GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (GfE) (1994): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärstr. 13, D-80539 München

**5. Regulation of GPx1 mRNA in the liver of selenium deficient rabbits** (Regulation der GPx1 mRNA in der Kaninchenleber im Selenmangel). A. Müller\*, J. Pallauf, O. Heller, G. Weigand und R. Schmidt - Gießen

Selenium deficiency leads to cellular damage in animals due to a loss of the Se dependent enzyme glutathione peroxidase (GPx1). The loss of GPx1-activity is caused by the down regulation of the enzyme's mRNA (SAEDI et al. 1988). So far pretranslational regulation of GPx1 in rabbits has not been analyzed. To examine the development of GPx1 mRNA in selenium deficient rabbit livers, 4x5 female New Zealand White weanling rabbits received diets based on torula yeast for 10 weeks, as described previously (PALLAUF et al. 1999). The Se content of the basal diet (diet I) was  $<0.03 \mu\text{g/kg}$  and the  $\alpha$ -tocopherol content was only  $1.5 \mu\text{g/kg}$ .  $150 \mu\text{g/kg}$   $\alpha$ -tocopherol acetate,  $0.4 \mu\text{g/kg}$  selenium or both supplements were added to the diets II, III and IV, respectively. After 10 weeks the animals were killed and Se content of the livers was determined by HGAAS. Total activity of glutathione peroxidase, which includes activity of glutathione-S-transferase (GST) and the activity of the selenoenzyme were measured in the liver supernatants. GPx1 mRNA levels were examined by Northern-Blot-analysis with a  $^{32}\text{P}$  labelled DNA probe of GPx1 from rat liver. The autoradiograms were evaluated by measuring optical density (OD).

After 10 weeks of Se deficiency the Se concentration was significantly ( $p < 0.001$ ) lower in the livers of groups I ( $89.4 \pm 18.2$ ) and II ( $111 \pm 26.2$ ) as compared to the Se supplemented groups III ( $983 \pm 204$ ) and IV ( $926 \pm 73.9$ ). Similar results were obtained for the development of total GPx-activity and in particular for the Se dependent enzyme (Table 1).

Table 1: Activities of total GPx, SeGPx and expression of GPx1 mRNA in Se deficient rabbit livers

Parameter	Group 0Se 0E	I	Group 0Se 150E	II	Group 0.4Se 0E	III	Group 0.4Se 150E	IV
Total GPx (mU/mg prot.)	$66.6 \pm 24.9^a$	$127 \pm 79.9^a$			$655 \pm 197^b$		$849 \pm 80.8^b$	
Se GPx (mU/mg prot.)	$26.6 \pm 9.40^a$		$33.1 \pm 13.0^a$		$417 \pm 45.5^b$		$488 \pm 33.0^b$	
% Se GPx of total	$41.3 \pm 8.06^a$		$32.1 \pm 9.90^a$		$69.4 \pm 19.7^b$		$59.9 \pm 4.62^b$	
OD in autoradiogram	$1.13 \pm 0.33^a$		$2.55 \pm 1.55^a$		$3.82 \pm 0.49^b$		$6.86 \pm 1.88^c$	

Different superscripts within a line indicate significant differences ( $p < 0.05$ ), Dunnett-T3

In groups I and II both enzymes reached only 1/10 - 1/8 of control activities in the Se sufficient groups III and IV. The Se dependent GPx-activity as a portion of the total activity was significantly lower in groups I and II as compared to groups III and IV (Table 1). The expression of GPx1 mRNA levels in the Se deficient groups I and II was approximately 30% of the control groups III and IV (Figures 1 and 2).

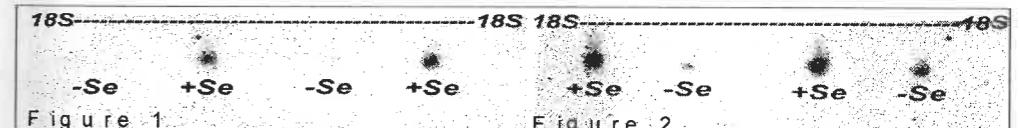


Figure 1

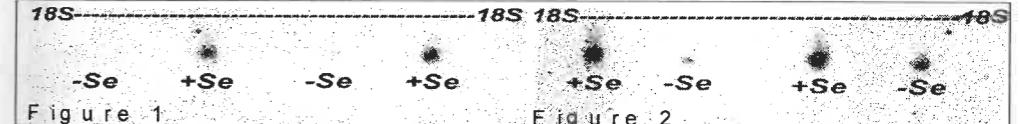


Figure 2

Figs. 1 and 2: Autoradiograms of GPx1 mRNA from rabbit livers with Se deficiency (-Se) or sufficient Se (+Se). Se deficiency causes a depletion of liver Se stores. As a consequence GPx1 mRNA levels are down-regulated and enzyme activity of SeGPx decreases in Se deficient rabbit livers. Further research is needed to explain the weak stability of GPx1 mRNA in Se deficiency. According to WEISS and SUNDE (1998) Se may act as a stabilizing cis-active element during transcription of the GPx1 gene.

(1) Pallauf, J.; Müller, A.; Most, E. (1999), Proceedings of TEMA 10, Evian, (in press)

(2) Saedi, M.S.; Smith, C.G.; Frampton, J. (1988), Biochem. Biophys. Res. Commun., 153, 855-861

(3) Weiss, S.L.; Sunde, R.A. (1998), RNA, 4, 816-827

\* Institute of Animal Nutrition and Nutrition Physiology, Justus-Liebig-University, Senckenbergstrasse 5, D-35390 Gießen

**6. Einfluss von Selenzulagen bei unterschiedlichen Futterrationen auf Leistungsparameter und den Selenstatus von Milchkühen** (Effect of selenium supplementation to different feeding rations of dairy cows on performance and Se supply status). M. Gierus\*, F. J. Schwarz und M. Kirchgeßner – Freising-Weihenstephan

In insgesamt vier Versuchsreihen (VR) mit Milchkühen wurde der Einfluss einer unterschiedlichen Selenzufuhr bei verschiedenem Grundfutter auf Leistungsparameter und Selenstatus überprüft. Dazu erhielten die Milchkühe Futterrationen, deren anteilmäßig wichtigstes Grundfutter entweder aus Gras (VR 1), Grassilage (VR 2) oder Maissilage (VR 3 und 4) bestand. Alle Rationen wurden bedarfsgerecht mit Ausgleichskraftfutter (z.B. Getreide VR 1 und 2, Sojaextraktionsschrot, VR 3 und 4), Leistungskraftfutter und Mineralfutter ohne Selen ergänzt. Jede VR enthielt eine Behandlungsgruppe ohne Selenergänzung (Kontrolle), wobei die mittlere Se-Versorgung über die nativen Futterkomponenten unter Einbeziehung des Kraftfutters bei 0,05 mg Se/kg Futtertrockenmasse (T) der Gesamtration mit einem Schwankungsbereich von 0,04 mg Se/kg T (VR 1 und 2) bis 0,06 mg Se/kg T (VR 3 und 4) lag. Selen wurde als Na-selenit in VR 1 bis 3 in zwei Stufen so zugelegt, dass im Mittel aller Rationen eine Se-Zufuhr von 0,13 mg (Zulage 1) bzw. 0,32 mg/kg T-Gesamtration (Zulage 2) erreicht wurde. In VR 4 wurde Selen fünfach abgestuft zugelegt, sodass die Rationen im Mittel 0,09, 0,13, 0,18, 0,32 und 0,53 mg Se/kg T-Gesamtration aufwiesen. In den VR 1 bis 3 umfasste jede Behandlungsgruppe 10 Kühe, in VR 4 nur 5 Kühe.

Zu Versuchsbeginn wurde eine mittlere tägliche Milchleistung von 21,3 (VR 1), 17,6 (VR 2), 26,2 (VR 3) und 30,9 kg (VR 4) pro Kuh gemessen. Während der sechswöchigen Versuchsdauer wurde kein Einfluss der unterschiedlichen Selenzufuhr auf die Futteraufnahme, die Milchmenge und die Milchinhaltstoffe festgestellt. Demgegenüber wurde der Selengehalt des Blutplasmas und der Milch sowie die Aktivität der Glutathion-Peroxidase signifikant durch die steigende Selenzufuhr verändert. Gleichzeitig differenzierten sich aber auch die Messwerte in Abhängigkeit der Rationsgestaltung. So erreichten die Kontrollkühe bei gras- bzw. grassilagereichen Rationen im Plasma nur 19 bzw. 13 µg Se/l und bei maissilagereichen Rationen 32 bzw. 50 µg Se/l. In VR 1 und 2 wurde nach Zulage 2 ein Se-Gehalt im Plasma von im Mittel 57 µg/l erzielt ( $P < 0,01$ ). In VR 3 und 4 wurde demgegenüber bei der höchsten Versorgungsstufe ein mittlerer Se-Gehalt von etwa 75 µg/l gemessen. Der Se-Gehalt der Milch betrug im Mittel aller Kontrollgruppen 11,5 µg/kg, wobei in den gras- bzw. grassilagebeten Rationen nur ein Gehalt von 8,2 µg/kg und in maissilagereichen Rationen knapp 15,0 µg/kg Milch bestimmt wurde. Entsprechend des Se-Niveaus der Kontrollgruppe erhöhte sich der Se-Gehalt bei höchster Se-Zufuhr deutlich auf im Mittel 18,1 µg/kg. Die Aktivität der Glutathion-Peroxidase in Blutplasma hatte je nach VR bzw. Grundfutterart einen sehr unterschiedlichen Messwert in der Kontrollgruppe von 42 bis 158 U/l (im Mittel von 90 U/l). Demgegenüber stellte sich bei der höchsten Se-Zulage ein sehr gleichmäßiger Messwert von im Mittel knapp 120 U/l ein.

Die Versuchsergebnisse ermöglichen insgesamt, den Se-Status laktierender Kühe anhand der Se-Messwerte in Blutplasma und Milch, ihrem relativen Verhältnis zueinander sowie der Glutathion-Peroxidase näher zu charakterisieren. Dabei deutet sich auch eine unterschiedliche Verwertung des Selens in Abhängigkeit der Rationszusammensetzung an.

**7. Homöostatische Anpassung des Jodstoffwechsels an eine von Mangel bis Überschuss reichende alimentäre Jodversorgung bei  $^{125}\text{I}$ -markierten Ratten** (Homeostatic adjustments of iodine metabolism to dietary iodine supply ranging from deficiency to excess in  $^{125}\text{I}$  labeled rats). J. M. He, W. Windisch\* und M. Kirchgeßner – Freising-Weihenstephan

Im vorliegenden Experiment sollten die bislang nur fragmentarisch bekannten Zusammenhänge der homöostatischen Regulation des Jodstoffwechsels näher untersucht werden. Dazu erhielten 32 wachsende SD-Ratten eine Injektion i.m. von jeweils 246 kBq  $^{125}\text{I}$ . Anschließend wurden die Tiere 10 semisynthetischen Diäten zugeteilt, deren Jodgehalte durch Kaliumjodid auf 60, 90, 120, 150, 180, 400, 800, 1600, 5000 bzw. 20000 ppb eingestellt waren. Die Kot- und Harnausscheidungen der restriktiv gefütterten Tiere (13,0 g/Tag) wurden quantitativ gesammelt und die Tiere nach 2 Wochen bei einer mittleren Lebendmasse von 191 g getötet.

Die Jodaufnahme variierte entsprechend des Jodgehalts der Nahrung zwischen 0,8 und 283 µg/Tag. Die wahre Absorption des Nahrungsjods betrug unabhängig von der Höhe der Jodversorgung 99 % der Aufnahme. Die tägliche Menge an endogenem Jod im Kot blieb weitgehend konstant (etwa 0,2 µg/Tag), sodass die prozentuale scheinbare Verdaulichkeit des Nahrungsjods mit steigender Jodversorgung von 78 auf 99 % zunahm. Die Jodausscheidung über den Harn stieg mit zunehmender Jodversorgung von 1 auf 273 µg/Tag, wobei die Exkretionsrate bei Jodgehalten unter 150 ppb tendenziell verringert war. Die Jodretention nahm ausgehend von -0,4 µg/Tag mit steigender Jodversorgung zunächst zu und erreichte bei 150 ppb Nahrungsjod ein Plateau von etwa 0,1 µg/Tag. Oberhalb von 400 ppb Nahrungsjod nahm die Jodretention wieder zu und stieg bis auf 8 µg/Tag in der höchsten Jodstufe.

Mit zunehmender Jodversorgung stieg die Jodkonzentration der Schilddrüse zunächst an und erreichte ab 150 ppb Nahrungsjod ein Plateau von etwa 90 µg/g. Ab 1600 ppb Nahrungsjod war ein erneuter Anstieg bis auf 222 µg/g in der höchsten Jodstufe zu verzeichnen. Im übrigen Gewebe traten bis zu Jodgehalten der Diät von 400 ppb allenfalls geringfügige Änderungen der Jodkonzentration auf. Oberhalb dieser Schwelle nahmen die Jodkonzentrationen der Organe und Gewebe stark zu und erreichten in der höchsten Jodstufe 20- bis 50-fach höhere Werte.

Bei niedriger und mittlerer Jodversorgung enthielt die Schilddrüse etwa 40 % des Jodbestands im Ganzkörper. Das übrige Jod war hauptsächlich in der Haut (ca. 35 %), den Haaren (ca. 5 %) und im Restkörper (Skelett sowie Muskel- und Fettgewebe) (ca. 18 %) verteilt, während der Beitrag der Organe und des Bluts von untergeordneter Bedeutung war. Bei hoher Jodversorgung sank der Anteil der Schilddrüse am Ganzkörperjod auf 8 % zugunsten insbesondere der Haut, deren Anteil bis auf 55 % stieg.

Das injizierte  $^{125}\text{I}$  wurde in den Exkrementen und im Gewebe unabhängig von der Höhe der Jodversorgung vollständig wiedergefunden. Demzufolge traten keine quantitativ bedeutsamen gasförmigen Jodverluste auf.

Die vorliegenden Befunde weisen auf die Existenz einer homöostatischen Regulation des Jodstoffwechsels hin. Die homöostatische Anpassung scheint hauptsächlich über eine Steuerung der renalen Jodexkretion zu erfolgen. Sie beginnt offenbar bei einem Jodgehalt der Diät von etwa 150 ppb und markiert damit den Übergang von Jodmangel zu einer bedarfsdeckenden Jodversorgung. Oberhalb von etwa 400 ppb Nahrungsjod scheint die renale Kompensationskapazität überlastet zu sein, sodass absorbiertes Nahrungsjod verstärkt im extrathyroidalen Gewebe akkumuliert wird.

\* Institut für Ernährungswissenschaften, Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München, Hochfeldweg 4-6, D-85350 Freising-Weihenstephan

\* Lehrstuhl für Tierernährung, TU München, Hochfeldweg 6, D-85350 Freising-Weihenstephan

**8. Untersuchungen zur Jodversorgung der Katze** (Studies on the iodine supply in cats).  
D. Ranz, W. Kraft\* und W. A. Rambeck - München

Das Spurenelement Jod wird in der Literatur vielfach als ätiologischer Nahrungs faktor bei der Entstehung der feline Hyperthyreose genannt. Es wird behauptet, dass eine exzessive, ungenügende oder stark schwankende Jodaufnahme zu Schilddrüsenerkrankungen führen kann. Dennoch existieren keine eindeutigen Beweise für einen direkten Bezug zwischen der Jodversorgung und dem Auftreten von Hyperthyreose. Um Aussagen über die Jodversorgung, die Jodaufnahme und die Jodausscheidung der Katze machen zu können, sollten in dieser Studie Untersuchungen zu deren Jodstoffwechsel durchgeführt werden.

Es wurden Jodbestimmungen in 92 kommerziellen Alleinfuttermitteln für Katzen durchgeführt. Zusätzlich wurden im Rahmen einer Fütterungsstudie Daten zum Jodstoffwechsel der Katze erhoben. Schließlich wurde an 108 Katzen aus dem süddeutschen Raum eine Feldstudie zur Abschätzung der Jodversorgung durchgeführt.

**Untersuchung der Jodgehalte in Alleinfuttermitteln für Katzen**

In 92 kommerziellen Alleinfuttermitteln für Katzen wurde der Jodgehalt bestimmt (Sandell-Kolthoff-Methode). Die Spannweite des Jodgehalts in den Alleinfuttermitteln, bezogen auf die Trockensubstanz, variierte um den Faktor 30. Nach den Bedarfsempfehlungen von MEYER und HECKÖTTER von 50 µg/kg KM/d für Erhaltung reichen beinahe alle der untersuchten handelsüblichen Futtermittel nicht zur Deckung des Jodbedarfs aus, während nach den Mindestbedarfssangaben des National Research Council (NRC) und der Association of American Feed Control Officials (AAFCO) nahezu alle Futtermittel den Jodbedarf der Katze decken. Die in den USA hergestellten Produkte weisen durchwegs höhere Jodgehalte auf.

**Fütterungsstudie zur Untersuchung des Jodstoffwechsels bei der Katze**

In einer Fütterungsstudie an 8 adulten Katzen mit steigenden Jodzulagen (0, 12, 25, 50, 75 und 150 µg/kg KM/d) wurde die renale sowie die fäkale Jodausscheidung ermittelt (modifizierte WHO-Methode bzw. Sandell-Kolthoff-Methode) und in Relation zur Jodaufnahme gesetzt. Es existiert keine Abhängigkeit der fäkalen Jodausscheidung (im Mittel:  $13 \pm 4$  µg/kg KM/d) von der alimentären Jodversorgung ( $r = 0,621$ ;  $p = 0,1$ , n.s.). Dagegen zeigten sich hochsignifikante Abhängigkeiten zwischen Jodzufuhr und renaler Jodausscheidung korrigiert auf Kreatinin ( $r = 0,995$ ;  $p < 0,0001$ ). Die renale Jodausscheidung ist damit ein geeigneter Parameter zur Abschätzung der Jodversorgung. Unter Zuhilfenahme des Jod-Kreatinin-Quotienten der Urinproben wurde eine Schätzformel zur Ermittlung der Jodversorgung aus Urinproben adulter Katzen abgeleitet.

**Feldstudie zur Untersuchung der Jodversorgung von 108 Katzen aus dem süddeutschen Raum**  
Die ermittelte Formel wurde im Rahmen einer Feldstudie zur Abschätzung der Jodversorgung von 108 Katzen aus dem süddeutschen Raum verwendet. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Jodversorgung von 36 µg/kg KM/d. Sie liegt deutlich unter den von MEYER und HECKÖTTER gegebenen Empfehlungen. Nach diesen Bedarfsempfehlungen wäre bei 80 % der untersuchten Tiere eine bedarfsgerechte Jodversorgung nicht sichergestellt. Jedoch konnten bei keinem Tier Symptome einer Jodmangelerkrankung festgestellt werden. Hieraus ergibt sich die Frage, ob diese Bedarfsempfehlungen nicht zu hoch angesetzt sind.

Durch faktorielle Bedarfskalkulation konnte unter Zuhilfenahme der Daten aus der Fütterungsstudie aufgrund der endogenen Verluste über Kot und Urin ein Jodbedarf von ca. 21 µg/kg KM/d ermittelt werden.

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärstr. 13, D-80539 München

**9. Jodversorgung von Sauen und ihren Ferkeln** (Iodine supply of sows and their piglets).  
F. Schöne\*, M. Leiterer und A. Heinze - Jena

Mehr als ein Jahrzehnt nach Einführung der obligaten Ergänzung des Mischfutters mit Jod auch im Osten Deutschlands wird noch immer Jodmangel diagnostiziert - alleiniges Kriterium, eine niedrige Blutserumkonzentration der Sauen an Thyroxin ( $T_4$ ). In sechs Thüringer Herden mit Sauen deutlich unter dem Grenzwert für Jodmangel von 40 nmol  $T_4$ /l Serum wurde Jod in der Kette *Futter-Sau-Ferkel* untersucht. Aus insgesamt 35 Würfen am Ende einer 28-tägigen Säugezeit kamen Sauenmilch und -serum sowie von zwei Ferkeln/Wurf das Serum zur Jodanalyse mittels ICP-MS. Im Sauen- und Ferkelserum wurden ebenfalls  $T_4$  und  $T_3$  bestimmt. Als Vergleich zu diesen Erhebungen des Herdenjodstatus dienten Ergebnisse aus drei Fütterungsversuchen mit insgesamt 51 Sauen und ihren Würfen. Es wurden Jodergänzungen von 0 bis 600 µg/kg Sauenfutter, bestehend aus Getreide und Sojaextraktionsschrot, geprüft.

Die Milchjodkonzentration zeigte die Versorgung an, indem in den Versuchen weniger als 20 µg/l bei fehlender Futter-Jodergänzung, über 150 µg/l bei 600 µg Jodergänzung/kg Futter nachgewiesen wurden. Die Serum-Jod- und  $T_4$ -Konzentration der Ferkel stand in geringer, die der Sauen in keiner Beziehung zur Jodaufnahme. In den Erhebungen in den Sauenherden war entsprechend der reichlichen Jodzufuhr die Milchjodkonzentration deutlich höher als im Versuch.

Eine Milchjodkonzentration von durchweg >100 µg/l in den untersuchten Herden belegt die excellente Versorgung der Ferkel. Die Milchjodkonzentration ist damit das diagnostische Kriterium der Versorgung. Für die Diagnose der Jodversorgung wenig geeignet bzw. überhaupt nicht geeignet sind Jod sowie  $T_4$  im Ferkelserum und im Sauenserum.

Jodstatus in Thüringer Sauenherden.

Herde	Jodergänzung	µg/kg Futter	1 700 <sup>1)</sup>	2 1000	3 1100 <sup>2)</sup>	4 3500	5 1000	6 2500	SEM
Anzahl Würfe			11	5	5	5	5	4	
<b>Serum Sauen</b>									
• $T_4$	nmol/l	26 <sup>ab</sup>	34 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	37 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	3,8	
• Jod	µg/l	53 <sup>b</sup>	71 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>	94 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup>	159 <sup>a</sup>	10,9	
<b>Milch</b>									
	µg/l	328 <sup>c</sup>	512 <sup>b</sup>	326 <sup>c</sup>	903 <sup>a</sup>	578 <sup>b</sup>	580 <sup>b</sup>	54,1	
<b>Serum Ferkel</b>									
• $T_4$	nmol/l	85	72	56	81	55	nicht	9,3	
• Jod	µg/l	105 <sup>b</sup>	174 <sup>a</sup>	94 <sup>b</sup>	191 <sup>a</sup>	78 <sup>b</sup>	untersucht	13,8	

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $P < 0,05$ ).

<sup>1)</sup> zusätzlich 112 mg KI in der Hochträchtigkeit

<sup>2)</sup> zusätzlich 264 mg KI in der Laktation

\* Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Straße 98, D-07743 Jena

**10. Einfluss von Calcium-Zulagen zu einer Mais-Soja-Diät auf die Verfügbarkeit von Calcium, Phosphor, Magnesium, Zink, Blei und Cadmium bei der wachsenden Laborratte** (Influence of supplementary calcium to a maize-soya diet on the availability of calcium, phosphorus, magnesium, zinc, lead, and cadmium). A. Walter\*, G. Rimbach, Erika Most und J. Pallauf - Gießen

Bedarfsüberschreitende Konzentrationen von Calcium in phytatreichen Diäten verfügen über ein hohes antinutritives Potential. Dieser Effekt kann vorrangig mit dem stabilisierenden Einfluss von Calciumionen auf die Struktur von Phytaten erklärt werden. Die daraus resultierenden Phytinsäure-Calcium-Metall-Komplexe sind im Intestinaltrakt monogastrischer Spezies besonders schwer löslich und führen so zu einer maßgeblichen Reduktion der Verfügbarkeit essentieller Elemente. Neben phytatvermittelten Effekten werden für die antinutritiven Eigenschaften hoher Calcium-Konzentrationen auch antagonistische Interaktionen zwischen Calcium und anderen essentiellen Elementen auf der Stufe der intestinalen Absorption vermutet. Aufgrund dessen dürfte Calcium neben dem antinutritiven auch über ein protektives Potential hinsichtlich des *carry over* von Schwermetallen verfügen. Der Einfluss bedarfsüberschreitender Calcium-Zulagen auf die Verfügbarkeit essentieller Elemente aus einer Diät mit hoher nativer Phytat-Konzentration sowie der potentiell protektive Effekt hinsichtlich geringfügiger Schwermetallbelastungen wurde am Modelltier Ratte bislang kaum geprüft. 5 x 7 männliche wachsende Albinoratten (durchschnittliche initiale Lebendmasse = 44 g) wurden über 28 Tage mit phytatreichen Diäten (7,2 g/kg) auf Basis von Mais und Sojaextraktionsschrot gefüttert (5,0 g Ca, 3,0 g P, 1,2 g Mg, 23 mg Zn je kg Diät). Die Versuchsdäten wurden mit 0, 2, 4, 6 und 8 g Ca je kg Diät supplementiert. In den Diäten wurde ein molarer PA : Zn-Quotient von 31 sowie molare PA x Ca : Zn-Quotienten von 3,9, 5,3, 6,8, 8,3 und 9,7 errechnet. Eine native Phytaseaktivität der Diäten war nicht nachweisbar (< 50 U/kg). Die eingestellten Schwermetallkonzentrationen in den Diäten betrugen 10,8 mg Pb/kg und 4,7 mg Cd/kg.

Die Lebendmasseentwicklung sowie die Futterverwertung der Ratten wurde durch die Calcium-Zulagen nicht signifikant beeinflusst. Ansteigende Calcium-Konzentrationen in den Diäten führten hingegen zu einer dosisabhängigen Reduktion der scheinbaren Absorption bei Ca von 71 auf 40 % und bei P von 62 auf 49 %. Weiterhin wurden die scheinbare Zn-Absorption von 26 auf 15 % sowie die Femur-Zn-Konzentration durch die Ca-Supplementation reduziert. Die Cadmiumakkumulation im Nierengewebe lag bei den Tieren mit hoher Calcium-Zufuhr signifikant niedriger als bei den Kontrolltieren. Femur-Pb und die Aktivität der hepatischen  $\gamma$ -Aminolävulinsäuredehydratase als Indikatoren einer Bleibelastung zeigten hingegen keine Veränderung. Unbeeinflusst zeigte sich auch die Zn-Konzentration in Leber und Blutplasma sowie die scheinbare Absorption von Magnesium.

Die Supplementation phytatreicher Diäten mit hohen, den Bedarf von Ratten überschreitenden Calcium-Konzentrationen bewirkte unter den gegebenen Versuchsbedingungen eine deutliche Reduktion des *carry over* von Cadmium. Der bei hohen Calcium-Zulagen gleichzeitig zu beobachtende Effekt einer reduzierten Zinkverfügbarkeit dürfte in erster Linie auf Interaktionen zwischen Phytinsäure, Calcium und Zink zurückzuführen sein.

\* Institut für Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Justus-Liebig-Universität Gießen, Senckenbergstr. 5, D-35390 Gießen

**11. Zur Bioverfügbarkeit von Kupfersulfat und Kupferproteinat beim wachsenden Schwein** (Bioavailability of coppersulfate and copperproteinate in growing pigs). B. Zacharias\*, H. Schenkel, Helga Ott und W. Drochner - Stuttgart-Hohenheim

Den Rationen wachsender Schweine wird Kupfer meist in anorganischer Form zugesetzt. Neu ist demgegenüber die Verwendung organischer Kupferverbindungen, deren Bioverfügbarkeit im Vergleich zu den anorganischen höher sein könnte. In der vorliegenden Arbeit wurde die Bioverfügbarkeit von organischem Kupferproteinat im Vergleich zu anorganischem Kupfersulfat an wachsenden Schweinen bewertet.

Für den Versuch standen 40 Börge (Deutsche Landrasse x Pietrain) mit einem mittleren Anfangsgewicht von 31,5 kg zur Verfügung. Die Tiere wurden auf 4 Gruppen mit jeweils 10 Tieren randomisiert verteilt und einzeln aufgestallt. In die Basalration (72 % Gerste, 22 % Sojaextraktionsschrot, 2 % Sojaöl, 4 % Premix) wurde Kupfer in einer Konzentration von 5 und 20 mg/kg Futter als Kupfersulfat oder Kupferproteinat eingebracht. Im Gewichtsabschnitt von 63 bis 68 kg wurde die scheinbare Kupferverdaulichkeit mit Hilfe von TiO<sub>2</sub> als Indikator bestimmt. Die Tiere wurden mit 100 kg geschlachtet. Bei der Schlachtung wurde die Leber entnommen und der Kupfergehalt atomabsorptionsspektrometrisch gemessen.

	Cu-Sulfat 5 mg/kg	Cu-Proteinat 5 mg/kg	Cu-Sulfat 20 mg/kg	Cu-Proteinat 20 mg/kg
scheinb. Cu-Verdaulichkeit, %	30,4 a ± 2,98	17,9 b ± 3,87	20,9 b ± 1,71	19,2 b ± 3,27
Cu-Ausscheidung im Kot, mg/d	19,3 a ± 0,6	22,6 b ± 1,0	49,1 c ± 1,0	52,9 d ± 2,2
Cu-Gehalt in der Leber, mg i. d. TS	58,5 a ± 16,0	87,3 ab ± 43,8	87,2 b ± 31,6	84,7 ab ± 49,9

untersch. Hochbuchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede (p<0,05)

Bei Supplementierung der Rationen mit 5 mg Kupfer/kg Futter konnte bei Einsatz von Kupferproteinat gegenüber Kupfersulfat eine geringere scheinbare Kupferverdaulichkeit bzw. eine höhere Kupferausscheidung über den Kot festgestellt werden. Die Lebern der mit Kupferproteinat supplementierten Tiere wiesen einen tendenziell höheren Kupfergehalt auf. Die Steigerung der Kupferzulage von 5 auf 20 mg/kg Futter erhöhte die Kupferausscheidung im Kot bei beiden Kupferherkünften. In den Lebern konnte nur bei Verwendung von Kupfersulfat ein höherer Kupfergehalt beobachtet werden.

Die Kupferzulage von 5 mg Kupferproteinat/kg Futter scheint eine Akkumulation von Kupfer in der Leber in ähnlicher Höhe wie eine Kupferzulage von 20 mg Kupfersulfat/kg Futter zu ermöglichen. Die mit dem Kot ausgeschiedenen Kupfermengen könnten das Ergebnis eines Regulationsprozesses sein, der in Zusammenhang mit der unterschiedlichen Bioverfügbarkeit der beiden Kupferquellen steht.

Da sich gegenüber Kupfersulfat eine höhere Bioverfügbarkeit von Kupferproteinat andeutet, könnten die Kupfermengen, die den Rationen wachsender Schweine zugelegt werden, bei Verwendung von organischem Kupferproteinat reduziert werden. Hierzu sind Untersuchungen mit größeren Tierzahlen geplant.

\* Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim, Emil-Wolff-Str. 10, D-70599 Stuttgart

**12. Beurteilung der Selenversorgung beim Pferd** (Assessment of selenium status in horses).  
I. Vervuert\*, M. Coenen, M. Höltershinken, M. Venner und P. Rust - Hannover

Neben der direkten Bestimmung der Selenkonzentration im Vollblut, Plasma oder Serum wird häufig die Aktivität der Glutathionperoxidase (GSH-Px) im Vollblut als Kriterium zur Beurteilung des Selenstatus beim Pferd ähnlich wie beim Rind herangezogen. Häufig wird dabei die GSH-Px Aktivität anhand von Umrechnungsfaktoren in den „Selengehalt im Blut“ transformiert. Von Interesse war es daher, die Beziehung zwischen der GSH-Px im Vollblut und der Selenkonzentration im Plasma bei einer hohen Tierzahl zu überprüfen. Darüber hinaus sollte die Variation des Selenstatus innerhalb einer Herde unter identischen Fütterungs- und Nutzungsbedingungen erfasst werden.

Bei insgesamt 304 Pferden (Warmblüter, Friesen und Isländer) im Alter von 4 Monaten bis 29 Jahren wurde zeitgleich jeweils eine Blutprobe zur Bestimmung der GSH-Px Aktivität im Vollblut und der Selenkonzentration im Plasma entnommen. Für die Ermittlung des Herdenstatus wurden 5 Betriebe mit insgesamt 183 Pferden im Rahmen der Vergleichsuntersuchung der GSH-Px Aktivität im Vollblut und der Selenkonzentration im Plasma ausgewählt, anlässlich der Blutentnahme wurden Futterproben zur Selenbestimmung entnommen. Innerhalb eines Betriebes erfolgte eine Unterteilung der Pferde in Abhängigkeit der Fütterung und der Nutzung. Die Bestimmung der GSH-Px Aktivität im Vollblut erfolgte photometrisch, die Analyse der Selenkonzentration im Plasma wurde mittels Atomabsorptionsspektrometrie vorgenommen.

In der folgenden Tabelle ist die Verteilung der GSH-Px Aktivität im Vollblut und der Selenkonzentration im Plasma in Abhängigkeit der Altersstruktur der untersuchten Pferde (n=223) zusammengefasst.

Verteilung der GSH-Px Aktivität im Vollblut und der Selenkonzentration im Plasma

Alter	Pferde (n)	GSH-Px (U/g Hb)		Selen (µg/l)	
		Mw±SD	Min.-Max. <sup>1)</sup>	Mw±SD	Min.-Max. <sup>1)</sup>
4 Monate	4	101±22	86-132	51±14	39-71
2-4 Jahre	55	90±46	12-190	119±63	23-291
5-10 Jahre	100	99±35	2-167	113±58	16-280
11-20 Jahre	52	105±33	45-173	116±56	24-262
>20 Jahre	12	88±56	14-190	104±73	16-249

<sup>1)</sup> Min.: Minimum=niedrigster gemessener Wert; Max.: Maximum=höchster gemessener Wert

Die Beziehung der GSH-Px Aktivität im Vollblut (n=304) und der Selenkonzentration im Plasma (n=304) kann mit der linearen Regressionsgleichung  $y=0,78x+43,1$  und einem Korrelationskoeffizienten von lediglich  $r=0,49$  beschrieben werden.

Bei gleicher Fütterung und Nutzung der Pferde innerhalb der einzelnen Betriebe weist die GSH-Px Aktivität im Vollblut bzw. die Selenkonzentration im Plasma eine erhebliche Variationsbreite auf. So wurde beispielsweise bei Kutschpferden (n=29) unter identischen Fütterungs- und Nutzungsbedingungen eine Variationsbreite bei der GSH-Px Aktivität im Vollblut von 24-124 U/g Hb ermittelt und die Selenkonzentration im Plasma variierte bei dieser Gruppe zwischen 126-280 µg/l.

Die Ergebnisse dieser Studie belegen, dass zur Beurteilung des Selenstatus eine eigenständige Betrachtung sowohl der GSH-Px Aktivität im Vollblut als auch der Selenkonzentration im Plasma erfolgen muss. Der Rückschluss von der GSH-Px Aktivität im Vollblut auf den Selengehalt im Plasma ist beim Pferd nicht zulässig. Die deutlichen individuellen Unterschiede innerhalb einer Herde, trotz identischer Fütterungs- und Nutzungsbedingungen, schränken die Aussagekraft einer Einzeluntersuchung eines zufällig ausgewählten Pferdes erheblich ein. Zur Zeit laufende Untersuchungen beim Rind deuten auch bei dieser Spezies auf erhebliche individuelle Unterschiede innerhalb einer Herde hin.

\* Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

**13. Effects of selenium and vitamin E deficiency on indicators of oxidative damage in growing rats** (Einfluß eines Selen- und Vitamin E-Mangels auf Parameter oxidativer Schädigung wachsender Ratten). Alexandra Fischer\*, Bettina Nier, Erika Most und J. Pallauf - Gießen

Since its discovery as a cofactor of glutathione peroxidase (GPx) in 1973, selenium (Se) is reported to prevent oxidative stress in man and monogastric animals. Often this effect is associated with or enhanced by the protective role of vitamin E. Previous data regarding the extent of Se deficiency on indicators of oxidative damage *in vivo* have been inconsistent.

Therefore, a rat experiment with 4 groups of 10 female albino rats with an initial live weight of 35 g was conducted. The rats were fed diets based on torula-yeast with different concentrations of vitamin E as DL- $\alpha$ -tocopherylacetate (0 or 50 IU/kg) and/or Se as sodiumselenite (0 or 200 µg/kg). Half the animals were sacrificed after 4 weeks and the other half after 9 weeks on trial.

There was no difference in live weight gain and feed intake in the four groups during the whole experiment. Se-supplementation led to enhanced hepatic Se-concentrations as well as to an increase in Se-dependent c-GPx-activity in the liver (Table). After 9 weeks the activity in the Se-deficient groups was reduced to less than 20% of the Se-supplemented groups. The calculated activity of Se-independent GPx was significantly different between group IV and the Se-deficient groups I and II after 9 weeks. The intake of the diets, fortified with DL- $\alpha$ -tocopherylacetate, resulted in enhanced hepatic and plasma vitamin E-concentrations as compared to rats receiving diets I and III. The concentration of thiobarbituric reactive substances (TBA-RS) in the liver decreased with increased dietary vitamin E, but significant effects only occurred in a combined Se and vitamin E-deficiency (group I) after 9 weeks. Dietary Se and vitamin E had no significant effect on the activity of glutathione reductase (GR) and on  $\gamma$ -glutathione-synthetase ( $\gamma$ -Glu-Syn), indicating no evidence of damage to proteins.

Table: Activity of cytosolic GPx, GR and indicators of oxidative damage to lipids and proteins in liver of growing rats fed a selenium and/or vitamin E-deficient diet for 4 and 9 weeks respectively

Parameter	Group	I		II		III		IV	
		-Se	-E	-Se	+E	+Se	-E	+Se	+E
c-GPx (mU/mg prot.)	wk 4	40.9±4.88 <sup>a</sup>		42.7±1.17 <sup>a</sup>		160.9±3.6 <sup>Ab</sup>		161.3±4.6 <sup>Ab</sup>	
Se-dependent	wk 9	35.6±4.85 <sup>a</sup>		39.0±3.28 <sup>a</sup>		209.6±9.2 <sup>Bb</sup>		203.4±7.7 <sup>Bb</sup>	
c-GPx (mU/mg prot.)	wk 4	72.1±6.94		83.3±11.6 <sup>B</sup>		68.3±17.7		86.6±18.7	
Se-independent	wk 9	39.5±13.1 <sup>a</sup>		41.8±8.2 <sup>AA</sup>		74.4±15.7 <sup>ab</sup>		82.5±18.0 <sup>b</sup>	
GR (mU/mg Prot.)	wk 4	39.6±3.39		45.7±4.7		43.9±4.02		46.0±2.44	
	wk 9	35.1±1.48		39.3±3.49		37.8±4.11		38.31±2.0	
$\gamma$ -Glu-Syn (mU/mg Prot.)	wk 4	7.52±1.9		6.39±2.01		7.47±1.79		6.11±1.34	
	wk 9	6.3±1.34		7.75±3.14		6.54±1.6		6.65±1.19	
TBA-RS (µM/g FW)	wk 4	5.19±0.82 <sup>A</sup>		3.13±2.1		7.91±3.72		6.16±1.39	
	wk 9	12.6±5.96 <sup>Bb</sup>		1.91±0.45 <sup>a</sup>		5.97±1.83 <sup>ab</sup>		1.7±0.33 <sup>a</sup>	

Different small letters indicate significant differences between lines, different capital letters indicate significant differences between week 4 and week 9 ( $p\leq 0.05$ ; Scheffé)

In the present study only Se and vitamin E-deficiency in combination led to an increased damage of lipids after 9 weeks, whereas a depletion of these nutrients for 4 weeks did not result in obvious cell damage. Further experiments are under investigation to monitor the effect of dietary Se and vitamin E-deficiency on indicators of lipid, protein and DNA damage in the F1-generation of rats.

\* Institute of Animal Nutrition and Nutrition Physiology, Justus-Liebig-University, Senckenbergstrasse 5, D-35390 Gießen

- 14. Effects of sodium selenite, sodium selenate and vitamin E on SeGPx activity in primary cultivated rabbit hepatocytes** (Einfluss von Na-Selenit, Na-Selenat und Vitamin E auf die SeGPx-Aktivität primär kultivierter Kaninchenhepatocyten). A. Müller\*, Alexandra Klimaczewski, M. Foltz and J. Pallauf - Gießen

In mammals the liver is the organ most affected by selenium- and vitamin E-deficiency. Primary cultures of hepatocytes are useful *in vitro*-systems to examine the effects of single nutrients and their interactions. Therefore hepatocytes were isolated from female New Zealand White weanling rabbits using a 2-step-collagenase-perfusion-method. After an adaption period of 90 min  $2 \times 10^6$  cells per treatment ( $n=3$ ) were cultivated for 24 or 48 h on culture dishes with media based on DMEM/F12-HAM (Gibco) in an atmosphere with 37°C, 2% CO<sub>2</sub> and 95% humidity. Two different FCS-levels (2.5 and 10%) and varying  $\alpha$ -tocopherol acetate supplementations (0 and 0.4 µg/ml) were used. Se content of the culture media was adapted by adding 0, 10, 50 and 100 ng Se/ml as sodium selenite (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>, experiment 1) and sodium selenate (Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>, experiment 2), respectively. In both experiments LDH release of the hepatocytes was significantly higher after the adhesion period as compared to the enzyme activities obtained after 24 h and 48 h incubation. Different concentrations of selenite and of selenate had no influence on LDH release. In expt. 1  $\alpha$ -tocopherol acetate supplementation resulted in a significantly lower LDH release of hepatocytes with 2.5% FCS (154±59.4 U/L vs. 98.4±17.2) and 10% FCS (288±95.2 vs. 181±37.5) harvested after 48 h. In expt. 2 LDH release was nearly constant (150 U/L) during the whole experimental period. No influences of vitamin E and FCS could be observed in experiment 2.

In expt. 1 a significant induction of SeGPx activity was due to increasing selenite concentrations in the media supplemented with 2.5% FCS (Table 1) and with 10% FCS. Vitamin E supplementation led to a significant higher SeGPx activity after 24 and 48 h. A reduction in enzyme activity was observed with an extended incubation time from 24 to 48 h. In expt. 2 increasing selenate concentrations in the media enhanced SeGPx activity only in tendency. The effects of  $\alpha$ -tocopherol acetate, FCS supplementation and experimental time on SeGPx activity were also less distinct as compared to expt. 1.

Table 1: Activity of SeGPx (mU/mg protein) in rabbit hepatocytes with 2.5% FCS and increasing selenite supplementation

Incub. time (h)	24 -	24 +	48 -	48 +
Se (ng/ml)				
0	61.6±8.28 <sup>a</sup>	80.2±9.87 <sup>a</sup>	37.6±19.1 <sup>a</sup>	85.1±6.20 <sup>a</sup>
10	86.0±9.04 <sup>ab</sup>	117±30.5 <sup>ab</sup>	59.7±4.15 <sup>ab</sup>	101±2.89 <sup>ab</sup>
50	96.2±7.10 <sup>bc</sup>	171±10.3 <sup>bc</sup>	86.1±1.37 <sup>b</sup>	109±7.90 <sup>b</sup>
100	143±13.5 <sup>d</sup>	235±38.2 <sup>d</sup>	92.9±11.1 <sup>b</sup>	109±2.47 <sup>b</sup>

Different superscripts in a column indicate significant differences ( $p<0.05$ ), Dunnett T3

The different effects of increasing selenite and selenate concentrations in the culture media on SeGPx activity of primary cultivated rabbit hepatocytes may be a consequence of a different metabolism. Selenite binds to thiols prior to absorption into the cell while selenate uses a Na-dependent mechanism. The results suggest that the reduction of selenite-thiol complexes to the selenide (Se<sup>2+</sup>-oxidation state), as the basis for incorporation into SeGPx is more effective than the reduction of selenate.

\* Institute of Animal Nutrition and Nutrition Physiology, Justus-Liebig-University, Senckenbergstrasse 5, D-35390 Gießen

- 15. Isotopen-Verdünnungsmethode zur Bestimmung der endogenen fäkalen Exkretion und wahren Absorption von Jod bei <sup>125</sup>I-markierten Ratten** (Isotope-dilution technique for determination of endogenous faecal excretion and true absorption of iodine in <sup>125</sup>I labeled rats); J. M. He, W. Windisch\* und M. Kirchgeßner - Freising-Weihenstephan

Die Isotopen-Verdünnungsmethode ist ein bewährtes Verfahren zur Quantifizierung der wahren Absorption und der endogenen fäkalen Exkretion von Mengen- und Spurenelementen. Hierbei wird der Körperbestand des betreffenden Elements über die Injektion eines Isotops markiert und anschließend die fäkale Exkretion des Isotops gemessen. Die Umrechnung auf die gesamte endogene Exkretion erfolgt über die spezifische Isotopenkonzentration eines Referenzgewebes, das in enger Beziehung zur endogenen fäkalen Exkretion steht.

Mit dem vorliegenden Experiment sollten die methodischen Grundlagen zur Anwendung der Isotopen-Verdünnungsmethode auf das Spurenelement Jod erarbeitet werden. Dazu erhielten 30 wachsende SD-Ratten eine semisynthetische Diät mit einem Jodgehalt von 250 ppb. Nach 10 Tagen wurde den Tieren 70 kBq <sup>125</sup>I i.m. verabreicht. Nach weiteren 2, 4, 6, 9 bzw. 14 Tagen wurden jeweils 6 Tiere getötet und in Organe und einzelne Gewebebrüche zerlegt. Ab der <sup>125</sup>I-Injektion wurde die Futteraufnahme sowie die Kot- und Harnausscheidung der Tiere quantitativ erfasst. In diesem Zeitraum stieg das mittlere Körpergewicht der Tiere von 121 auf 193 g.

Im Mittel verteilte sich der Ganzkörperbestand an Jod (21 µg) zu 1/4 auf die Schilddrüse und zu 3/4 auf den Restkörper (hauptsächlich Muskel und Fettgewebe, Knochen, Haut, Haare), während in den Organen und im Blut weniger als 1 µg Jod lokalisiert war. Während des Experiments nahm der Jodbestand im Restkörper um 36 % ab. Diese freigesetzten Jodmengen weisen auf eine Jodakkumulation im Gewebe vor Versuchsbeginn hin.

Die verabreichte <sup>125</sup>I-Aktivität wurde innerhalb von 2 Tagen nahezu vollständig von der Injektionsstelle freigesetzt. Die <sup>125</sup>I-Exkretion erreichte ihr Maximum am Tag 1 (Harn) bzw. Tag 2 (Kot) und nahm anschließend in Form einer Verdünnungsfunktion ab. Eine Woche nach der Injektion stabilisierte sich die Verteilung der <sup>125</sup>I-Exkretion zwischen Kot und Harn auf ein Verhältnis von etwa 3:1. Der Jod-Exkretionspool war demnach ab diesem Zeitpunkt gleichmäßig mit <sup>125</sup>I markiert.

Unter den untersuchten Geweben und Organen erfüllten lediglich Schilddrüse, Leber, Blutplasma und das PBI (protein bound iodine) des Blutplasmas die mathematischen Voraussetzungen an ein Referenzgewebe für die Isotopen-Verdünnungsmethode. Weitere physiologische Restriktionen ließen nur noch PBI und Leber als Referenzgewebe zu, wobei PBI am geeigneten erschien.

Die scheinbare Absorption, endogene fäkale Exkretion und wahre Absorption des Nahrungsjods (auf der Basis von PBI als Referenzgewebe) betrug im Mittel 89 %, 8 % bzw. 96 % der Jodaufnahme.

Insgesamt zeigt die vorliegende Untersuchung, dass die endogene fäkale Jodexkretion und die wahre Absorption des Nahrungsjods über die Isotopen-Verdünnungsmethode quantifiziert werden kann. Die Wartezeit nach der parenteralen Verabreichung des Jodisotops beträgt mindestens eine Woche. Als Referenzgewebe eignet sich insbesondere PBI (protein bound iodine) des Blutplasmas.

\* Lehrstuhl für Tierernährung, TU München, Hochfeldweg 6, D-85350 Freising-Weihenstephan

**16. Jodmangel und Strumavorkommen bei Milchkühen** (Iodine deficiency and occurrence of congenital struma in dairy cows). S. Luley\*, J. Kursa, V. Kroupova, J. Escherich und W. A. Rambeck – München/Passau/Budweis

Seit Februar 1999 untersuchten wir an unserem Institut ca. 100 Urinproben von Milchkühen unterschiedlicher Betriebe aus dem Kreis Passau auf ihren Jodgehalt. Anlass waren die Beobachtungen einer Tierärztin der dortigen Region, der ein vermehrtes Auftreten von Aborten mit zum Teil mumifizierten Früchten, sowie zunehmende Sterilitätsprobleme (Umrindern, stille oder verlängerte Brunst, Zystenbildung) innerhalb vieler Betriebe aufgefallen war. Bei einem neugeborenen Kalb wurde darüber hinaus eine Struma festgestellt. Weiterhin wurde von einer starken Zunahme der Einmischung von Rapsschrot in die Kraftfutterkomponenten von Rationen berichtet. Rapsschrot gehört zu den sogenannten struminogenen Futtermitteln und so vermutete man einen Zusammenhang zwischen Jodmangel und den klinischen Befunden.

Unterstützt wurde diese Vermutung durch Untersuchungen zur Strumaprävalenz bei Kälbern, die im Zeitraum von 1988 - 1995 in der Tschechischen Republik durchgeführt wurden. Dort wiesen von 1355 untersuchten Kälbern 30% der Tiere kongenitale Strumen auf; darüber hinaus wurden bei erwachsenen Tieren Störungen in Puerperium und Reproduktionsleistung beobachtet. Die Untersuchung der Milch von Kühen aus Betrieben mit Strumaprävalenz, ergab einen deutlich erniedrigten Jodgehalt (KURSA et al.; 1998).

In den an unserem Institut durchgeführten Untersuchungen wurde die Jodausscheidung im Urin als Parameter für die Jodversorgung der Tiere gewählt. Dabei konnten wir bisher in einigen Herden extrem niedrige Urinjodkonzentrationen erkennen (ca. 20 µg/l), während wir in anderen Herden Werte von bis zu 1500 µg/l fanden. Obwohl die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, zeigen sich also bereits jetzt deutliche Unterschiede in der Urinjodkonzentration und somit in der Jodversorgung der Tiere. Eine Bestimmung des Jodgehaltes in der Milch der betroffenen Tiere, die in naher Zukunft erfolgen wird, soll dies weiter verdeutlichen.

Ob die niedrigen Urinjodgehalte mit einer geringen Jodzufuhr oder eher mit einer erhöhten Aufnahme struminogener Substanzen über die Fütterung von Rapsschrot zusammenhängen, können wir zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht sagen.

KURSA, J., RAMBECK, W.A., KROUPOVA V., KRATOCHVÍL, P., TRÁVN, J., (1998): Tierärztliche Praxis 26 (G): 326-331

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärstr. 13, D-80539 München

**17. Possible Role of Rare Earth Elements as Growth Promoters** (Potentielle Rolle von Seltenen Erden als Wachstumförderer). W. A. Rambeck\*, M. L. He, J. Chang, R. Arnold, R. Henkelmann, X. L. Lin and A. Süß – München/Garching/ Hefei, China

Rare earth elements (REE) are 17 elements which include the lanthanides La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, and Sc, Y. In China, since 1970 studies have been carried out on the role of REE as growth promoters in agriculture. It was reported that the application of REE can increase yields of crops, fruits, vegetables, wheat, soybean, rapes, sugarcane, orange, grape, tomato, cotton fiber and alfalfa. A positive effect can be achieved by REE treatment of spraying to the leaves, soaking the seeds or mixing with fertilizer into soil. In animal production, the supplementation of REE can improve weight gain and feed conversion of beef cattle, sheep, pig, rabbit, chicken and duck, or it can increase milk production of dairy cattle and egg production of laying hen (Second International Symposium on Trace Elements and Food Chain, Wuhan, China, 1998). Recently, we studied the effect and accumulation of REE in a feeding experiment in piglets. A total of 72 piglets were separated into five dietary treatment groups which include a control group, two REE groups with low and high content of LaCl<sub>3</sub>, two REE groups with low and high content of an REE mixture containing mainly chlorides of La, Ce and Pr. The feeding period lasted five weeks. The positive effects of REE were found on both weight gain and feed conversion of the pigs. Compared to the control group, the weight gain of piglets in different REE groups increased by 2 to 5%. The feed conversion improved by up to 7%. At the end of the feeding experiment the pigs were slaughtered and the REE content in organs was analyzed. It was found that the contents of both La and Ce in liver, muscle and kidney were very low. When calculated in dry matter, the contents of La and Ce in liver, muscle and kidney from experimental pigs were generally lower than 12 µg/kg and 28 µg/kg, respectively. This is the first time that growth promoting effects of REE have been shown under western conditions, however more detailed studies are needed to understand the mechanism of REE promoting effects.

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärstr. 13, D-80539 München

**18. Feeding effect of beetroots grown on soil polluted with Mo, Cd, Pb, Hg and Se on rabbits**  
 (Die Wirkung der Fütterung von roten Rüben, die auf einem mit Mo, Cd, Pb, Hg und Se belastenden Boden angebaut wurden auf Kaninchen) A. Bersényi\*, S. Fekete, I. Kádár, Erzsébet Berta, I. Hullár and Emese Andrásoszky - Budapest

Beetroots were cultivated on soils polluted by salts of heavy metals. Each particular microelement reached a high concentration in the beetroot selected [molybdenum (Mo) 39, cadmium (Cd) 2.12, lead (Pb) 4.10, mercury (Hg) 3.44 and selenium (Se) 62 mg/kg dry matter]. In a metabolic balance trial involved 12 male and 21 female New Zealand White rabbits, the animals were fed with 50 grams concentrate and *ad libitum* beetroots containing the particular microelement. Samples were taken from heart, lung, liver, kidneys, spleen, testicles/ovaries, adipose tissue, femur, hair and urine. Feeding of the beetroots decreased the body weight by 5% in all experimental groups. Untreated beetroot had not significantly different digestibility for nutrients. Beetroot samples of high Mo, Pb, Hg content had significantly ( $p<0.05$ ) lower digestibility of organic matter, crude protein, ether extract and nitrogen free extract. In case of beetroots samples treated with Cd or Pb the digestibility of crude fibre was significantly ( $p<0.05$ ) better. Beetroot samples of high Se content had the significantly ( $p<0.05$ ) lowest digestibility of organic matter, crude protein and ether extract.

Nutrients	Concentrate	Apparent digestibility coefficient of beetroot samples (%)					
		Mo	Cd	Pb	Hg	Se	Untreated
DM	86.41a ±SD 3.21	61.29b 15.83	83.07a 3.27	59.82b 9.97	66.52b 10.02	42.95c 14.26	75.71b 6.43
OM	86.87a ±SD 3.09	64.02b 14.8	84.24a 2.94	61.57b 9.19	68.41b 9.53	46.41c 13.62	77.23ab 6.21
CP	86.11a ±SD 4.15	57.99b 17.44	82.08a 4.05	56.88b 9.68	64.98b 11.17	40.57c 12.82	75.33ab 6.81
CF	38.08a ±SD 13.95	43.78a 24.61	67.93b 6.22	64.68b 12.96	46.81a 12.55	33.00a 7.84	54.32ab 15.32
EE	91.69a ±SD 2.62	74.99b 7.39	82.42ab 4.15	64.29b 9.31	69.75b 12.35	51.45c 10.29	78.50ab 6.67
NFE	88.96a ±SD 2.62	72.62b 10.29	87.53a 2.24	69.57b 7.98	75.02b 6.89	60.21b 11.78	82.56a 4.69

Values in the same row followed by different letters are significantly different:  $P<0.05$

The microelements differed in their rate of accumulation in the organs examined: Mo and Cd accumulated in the kidneys (7.61 and 1.48 mg/kg) and liver 3.905 and 0.265 mg/kg, Pb in the kidneys (0.165 mg/kg), lung (0.025 mg/kg) and testicles (0.196 mg/kg), Hg in the testicles (0.199 mg/kg), while Se in the liver (71.95 mg/kg), kidneys (44.6 mg/kg) heart (12.8 mg/kg) and testicles (13.5 mg/kg). Pathohistological examination revealed that the rate of spermatogenesis was reduced in the Mo and Pb groups compared to the control.

\* Department of Animal Husbandry, Nutrition and Laboratory Animal Science, University of Veterinary Science, Budapest, POB 2., H-1078 Budapest, Hungary

**19. Bestimmung von Fusarientoxinen in Weizen der Ernte 1998** (Determination of *Fusarium* toxins in wheat samples harvested in 1998). Margit Schollenberger\*, W. Herrmann, H.-M. Müller und W. Dörrner - Stuttgart-Hohenheim

Weizenproben für den menschlichen Verzehr der Ernte 1998 wurden auf ihren Gehalt an Nivalenol, Deoxynivalenol, Fusarenon-X, 15-Acetyldeoxynivalenol, 3-Acetyldeoxynivalenol, HT-2 Toxin und T-2 Toxin sowie an Zearalenon und seinen Alkoholen untersucht. Es handelte sich um insgesamt 53 Proben der Qualitätsgruppen E, A und B. Diese Qualitätsverteilung erfolgt gemäß Sorte, Proteingehalt, Fallzahl, Sedimentationskonstante und Hektolitergewicht. Die Proben stammen aus zwei verschiedenen Anbaugebieten in Baden-Württemberg: Die Frühdruschgebiete Kraichgau, Neckarbecken und oberes Neckarland sind charakterisiert durch eine Höhenlage zwischen 170 und 520 m, die Spätdruschgebiete Schwäbische Alb und Donau-Iller-Lech-Platten durch eine Höhenlage zwischen 440 und 750 m. In den Frühdruschgebieten werden v.a. Weizensorten der Qualitätsgruppen A und E, in den Spätdruschgebieten Weizensorten der Qualitätsgruppe B angebaut.

Die Proben wurden soweit erforderlich bei 40 °C getrocknet und auf eine Korngröße von 1,5 mm gemahlen. Nach Extraktion mit Acetonitril/Wasser und einer Flüssig-flüssig Extraktion mit Hexan erfolgte die Probenaufarbeitung mittels Festphasenextraktion an einer Florisil- und einer Kationentauscherkartusche. Der aufgereinigte Extrakt wurde mit Trifluoroessigsäureanhydrid derivatisiert. Die Bestimmung der Trifluoracetylivate erfolgte mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie mit chemischer Ionisation. Isobutan diente als Reaktandgas (1). Zearalenon und seine Alkohole wurden mittels Acetonitril/Wasser extrahiert, die Probe über eine Immunoaffinitätsäule aufgereinigt und Zearalenon und seine Alkohole mittels Hochleistungsflüssigchromatographie und Fluoreszenzdetektion bestimmt (2). Wie auch in anderen Untersuchungen (3) wurde von den untersuchten Toxinen Deoxynivalenol mit der größten Häufigkeit und mit den höchsten Gehalten nachgewiesen. In den Frühdruschgebieten lag die Zahl der positiven Proben bei 97% Prozent mit Gehalten zwischen 24 und 7730 µg/kg und einem Median von 494 µg/kg, in den Spätdruschgebieten waren 88 % der Proben positiv mit Gehalten zwischen 25 und 720 µg/kg und einem Median von 151 µg/kg. Zearalenon wurde in den Frühdruschgebieten in 93 % der Proben, in den Spätdruschgebieten in 38 % der Proben nachgewiesen. Der Deoxynivalenolgehalt der positiven Proben ist somit in den Frühdruschgebieten signifikant höher als in den Spätdruschgebieten mit einem Median, der nur knapp unter dem österreichischen Richtwert für Getreide von 500 µg/kg liegt.

- (1) SCHOLLENBERGER, M. LAUBER, U., TERRY JARA, H., SUCHY, S., DROCHNER, W., MÜLLER, H.-M., (1998): J Chromatogr. A, 815, 123–132
- (2) SCHOLLENBERGER; M., SUCHY, S., TERRY JARA, H., DROCHNER, W., MÜLLER, H.-M., Mycopathologia zur Veröffentlichung angenommen.
- (3) GAREIS, M., BAUER, J., ENDERS, C., GEDEK, B., (1989): In: Chelkovski, J., ed. *Fusarium, Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity*. Amsterdam: Elsevier, 441–472

\* Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim, Emil-Wolff-Str. 10, D-70599 Stuttgart

**20. Untersuchungen zur Akzeptanz und Verdaulichkeit von fettreichem Futter beim Pferd**  
(Investigations on acceptance and digestibility of fat enriched feed in horses). Annette Zeyner\*, Anne Schindler, A. Dittrich und J. M. Gropp - Leipzig

Trotz erheblichen wissenschaftlichen und praktischen Interesses ist die Verträglichkeitsgrenze von fettreicher Nahrung für Pferde noch nicht sicher bekannt. Abgesehen von möglichen Effekten der Fettart wird diese wahrscheinlich von der Grundration, von der Supplementationsform (Addition oder Substitution) sowie vom Gewöhnungsmodus beeinflusst. **Aufgabenstellung** dieser Arbeit war es, die Effekte eines Austauschs von stärkereichem Mischfutter (MF) durch Sojaöl auf Akzeptanz und Verdaulichkeit des Futters zu prüfen. Dies sollte vergleichend bei langsamer Futterumstellung und bei kürzerer Gewöhnung im randomisierten Variantenvergleich erfolgen. **Material:** Im Futter von 6 adulten und sportlich definiert belasteten Warmblutpferden wurde bei gleichbleibend hoher Heugabe stärkereiches Mischfutter (mikronisiertes Maiskorn) durch Sojaöl ersetzt (Tab.). Die Mischfuttermenge war gleichmäßig auf 3 Mahlzeiten (MZ) pro Tag verteilt. In einem Steigerungsversuch (Periode S) erfolgte der diskontinuierliche Austausch bis zur Futterverweigerung durch ein Pferd (S0 bis S8). Anschließend erhielten die Pferde ausschließlich Heu in Mengen von 2 % der LM (SH). Danach kamen die gleichen Rationen im Lateinischen Quadrat (Periode Q: Q0 bis Q8 und QH) zum Einsatz. Die scheinbare Verdaulichkeit der Energie, der T und der Rohnährstoffe wurde mittels 4 N HCl-unlöslicher Asche als Indikator bestimmt. Dabei dauerten die Gewöhnungs-, Vor- und Hauptperioden 7, 14 und 7 d. Die biostatistische Auswertung erfolgte varianzanalytisch (Q: Modell für Lateinische Quadrate) mit nachfolgendem SNK-Test. **Ergebnisse:** **Akzeptanz.** Der zunehmende Fettgehalt des Futters führte zu immer langsamerem Verzehr. Bei hohem Fettangebot wurde das Mischfutter von 2 (S6, S8) bzw. 3 Pferden (S8, Q6, Q8) zwar vollständig, aber deutlich zögernd und mit Pausen gefressen. In S8 verweigerte ein Tier die Mischfutteraufnahme. Die Akzeptanzprobleme traten in S und Q bei denselben Pferden auf. **Verdaulichkeit.** In S und Q stiegen die geprüften Verdaulichkeiten bis zur Stufe 4 an. Signifikant war dieser Anstieg in S bei allen Fraktionen außer XP, in Q bei XL und XF. Bei höheren Fettanteilen fielen die Verdaulichkeiten wieder und dies für XF ab S8 bzw. Q6 (um 21 bzw. 18 %) signifikant. Die XP-Verdaulichkeit war in Q8 mit 14 %-Punkten statistisch gesichert niedriger als in S8, weshalb die mittlere Lage der Verdaulichkeiten für diesen Rohnährstoff, nicht aber für die der anderen Fraktionen, zwischen S und Q signifikant verschieden war.

**Schlussfolgerungen:** Pferde verzehren Mischfutter mit Sojaöl bis zu einem Fettgehalt von etwa 14 % in der T gut. Bei höheren Fettgaben können Akzeptanzprobleme auftreten, offenbar mit tierindividuellen Unterschieden. Energie- und Nährstoffverdaulichkeiten werden durch den Austausch von Stärke gegen Fett dann nichtlinear beeinflusst, wenn in der Rationsgestaltung für einen der Nährstoffe bzw. für beide Verträglichkeitsgrenzen erreicht sind. Dies erschwert eine Energiewertschätzung für derartige Rationen erheblich. Dabei werden die Verdaulichkeiten bei insgesamt wenigstens 4wöchiger Fütterung bis zu einer moderaten Fettaufnahme teilweise verbessert, bei höherem Fettgehalt gesenkt. Die Verdauungsdepression tritt bei kürzerer bzw. ungleichmäßiger Anfütterung eher als bei langfristiger auf.

Versuch bzw. Ration (in Periode S / Periode Q)						
	S0 / Q0	S2 / Q2	S4 / Q4	S6 / Q6	S8 / Q8	SH / QH
Rohfettgehalt [%T]	... im MF	2	7	14	22	32
	... in der Ration	2	4	6	8	10
Aufnahmemenge [g/kg LM x MZ]	... von Rohfett	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	... von Stärke	1,1	0,9	0,7	0,4	0,2

\* Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Gustav-Kühn-Str. 8, D-04159 Leipzig

**21. Parameter des Energie- und Lipoproteinstoffwechsels bei trächtigen Schafen verschiedener Fötenzahl sowie Rasse** (Parameters of energy and lipoprotein metabolism in pregnancy ewes with different number of fetus and breed). M. Fürll\*, G. Funk, K. Haaker und V. Richter - Leipzig

**Problemstellung:** Zwillingsträchtige Schafe sind in den letzten Trächtigkeitstagen nicht in der Lage, ihren Energiebedarf vollständig zu decken. Dies ist Ausgangspunkt für Gesundheitsstörungen, die in die häufig letal verlaufende Trächtigkeitstoxikose münden. Die Ursachen des komplizierten Verlaufes sind weitgehend unbekannt. Veränderungen der Lipoprotein- (LP) Konzentrationen können, wie bei Rindern belegt, dafür Erklärungsansätze liefern (Fürll und Krüger 1999). Systematische Analysen zu LP im Blut trächtiger Schafe liegen u.E. nicht vor. **Ziel der Untersuchungen** war es deshalb, das Verhalten der Lipoproteine bei ein- und mehrlingsträchtigen Schafen zweier Rassen in der Hochträchtigkeit zu beschreiben und in Beziehung zu weiteren Kriterien des Energiestoffwechsels zu setzen. **Versuchsanordnung:** Mittels Ultraschall wurden jeweils 10 gesunde einlings- (MFS 1) und zwillingsträchtige Merinofleischschafe (MFS 2) sowie 10 zwillingsträchtige Schwarzkopfschafe (SK2) selektiert. Während der letzten fünf Wochen ante partum (W. a.p.) sowie in der zweiten Woche post partum (W. p.p.) wurden Blutproben (V. jugularis) entnommen und hinsichtlich  $\alpha$ - (LP) sowie  $\beta$ - (BLP) Lipoproteinen (Immunelektrophorese), Ketokörpern (BHB), freie Fettsäuren (FFS), Cholesterin, Triglyceriden, Glucose, Bilirubin sowie weiterer Parameter untersucht (Hitachi 704, Testkits der Fa. Boehringer Mannheim sowie Randox).

**Ergebnisse:** Nachfolgende Tabelle zeigt ausgewählte Ergebnisse  
(Medianwerte sowie Korrelationskoeffizienten):

	-5	-3	-1	2 W.p.p.	FFS	Chol	TG	BHB
$\alpha$ LP (mg/dl)	MFS1	161*	201*	191*	242+	-	0,63**	-
	MFS2	173	202	166	123	-	0,73**	-
	SK2	198	194	171	174	0,42*	0,70**	-
$\beta$ LP (mg/dl)	MFS1	33*	24	23	24	-	0,54**	-
	MFS2	23	25	25	17	0,40*	-	0,43**
	SK2	15*	17	26*	19	-	0,70**	0,33**
FFS ( $\mu$ mol/l)	MFS1	114*+	103*+	121*+	45	-	-	-
	MFS2	270	224	421	258	-	-	-
	SK2	151	266	218	155	-	-	-
BHB (mmol/l)	MFS1	0,47*	0,58*	0,59	1,12	-	-	-
	MFS2	0,52*	0,50*	0,73	0,78	-	-	-
	SK2	0,56	0,58	0,63	0,62	-	-	-

\* für  $r = p < 0,05$

\*\* für  $r = p < 0,01$

\* =  $p < 0,05$  gegen 2 W.p.p.

\*\* =  $p < 0,01$  gegen 2 W.p.p.

+ =  $p < 0,05$  zeitgleiche Werte

Während a.p. die Konzentrationen des BHB, der Glucose, des Cholesterol, des Harnstoffs und des Proteins zwischen den Gruppen nicht signifikant differierten, bestanden zwischen den Konzentrationen der FFS, des Bilirubins und des Triacylglycerols gesicherte Unterschiede zwischen den ein- und zwillingsträchtigen Muttern beider Rassen. Die  $\alpha$ - und  $\beta$ -LP zeigten ein weitgehend paralleles Verhalten zur Cholesterolkonzentration und korrelierten mehrheitlich gesichert (Tab.). Die quantitativ dominierenden  $\alpha$ -LP-Konzentrationen stiegen bei den einlingsträchtigen Muttern bis gegen die Geburt signifikant an, während sich die entsprechenden Konzentrationen bei den zwillingsträchtigen rasseabhängig invers verhielten, d.h. differenziert mit Ausprägung des Energiedefizits absanken. Für die  $\beta$ -LP-Konzentrationen war tendenziell ein gegensätzliches Verhalten zu den der  $\alpha$ -LP typisch. **Schlussfolgerungen:** Das Verhalten der  $\alpha$ -LP zeigt Parallelen zum Nahrungsaufnahmevermögen der trächtigen Schafe in der Hochträchtigkeit. Die beträchtlichen Differenzen der LP-Konzentrationen zwischen ein- und zwillingsträchtigen Tieren können die unterschiedliche Disposition für Gesundheitsstörungen auf der Grundlage der erheblichen Bedeutung der LP für die Endotoxinneutralisation im Blut sowie -clearance in der Leber und somit das intoxikationsähnliche Krankheitsbild erklären. Dies wird gestützt durch gehäufte Nachweise freien Endotoxins bei hochträchtigen Schafen (Fürll et al. 1998). Da zu den meisten der untersuchten Parameter des Energiestoffwechsels keine systematischen Korrelationen bestehen, vermitteln die LP offensichtlich eigenständige Informationen für ein mögliches Krankheitsrisiko.

FÜRLL, M., RICHTER, S., RÖPKE, M., HEROLD, H., KRÜGER, M., (1998): Proceedings, 6. Tagung Schaf- und Ziegenkrankheiten, Gießen 8. Mai, 114-117. FÜRLL UND KRÜGER, (1999): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 89.

\* Medizinische Tierklinik der Universität Leipzig, An der Tierkliniken 11, D-04103 Leipzig

- 22. Duodenally infused conjugated linoleic acid supplement influences the milk-fat synthesis and changes the fatty acid concentrations of milk fat** (CLA-Supplement verändert die Milchfettsynthese und Fettsäurenzusammensetzung der Milch nach duodenaler Infusion). Jana Kraft\*, P. Lebzien, P. Möckel, F. Tischendorf, G. Flachowsky and G. Jahreis - Jena/ Braunschweig

Conjugated linoleic acid (CLA) is a naturally occurring fatty acid found in ruminant products. Milk fat is the richest natural source of CLA. In the last decade, CLA has been shown to have potential health benefits such as inhibition of carcinogenesis and modification of the immune response. In addition, it has profound effects on lipid metabolism. The study was conducted to assess the effects of a duodenally infused CLA supplement on milk fat synthesis and fatty acid composition of milk fat. The experiment consisted of 3 periods (I, II, III) each lasting 5 days. During the control period (period I; without feeding additive) the base level of the fatty acid composition was evaluated. In period II cows were given 200 g of CLA supplement via the duodenal cannula by peristaltic pumping. The CLA supplement contained 57% CLA with the main isomers: *t8/c10, c9/t11, t10/c12, c11/t13*. CLA was administered continuously at 24 hour intervals. The investigation was completed by a washing out period (III) without feeding additive.

The duodenal infusion of CLA caused a 40% reduction in milk-fat synthesis. The milk-fat content of saturated and monounsaturated fatty acids decreased after the infusion period (Table 1). During the postinfusion interval, milk-fat content of saturated fatty acids increased progressively, but the milk-fat content of monounsaturated fatty acids did not return to the base level of period I. Table 2 shows selected fatty acids of milk-fat content during the three periods. The proportion of the most saturated fatty acids was altered by 20%. Moreover, the percentage of palmitic acid, the primary fatty acid of milk fat, decreased from 40% to 30% when CLA was infused. In contrast, stearic acid percentage increased from 7.5% to 13.3% in response to CLA. Percentage of oleic acid remained uninfluenced by CLA. Infusion of the CLA supplement markedly increased the CLA content of milk fat. The amount of the CLA isomers incorporated into the milk fat was found to be relatively similar to the isomer contribution of the CLA supplement. There was a shift between the CLA isomers due to withdrawal of the CLA supplement.

**Table 1** Fatty acid groups of milk fat  
[% of FSME]

	SFA	MUFA	PUFA
P I	72.5	23.3	3.3
P II	69.9	21.7	6.9
P III	69.5	23.6	5.6

This study demonstrated that the most pronounced effect of a CLA supplementation was a drastic milk-fat reduction. It appears that the *trans*10,*cis*12-isomer of CLA is responsible for the milk fat depression (Chouinard et al. 1999). In addition, the results indicated that the *de novo* synthesized fatty acids with 16 or less carbons were reduced by CLA. It appears that CLA plays a role in the desaturation of stearic acid via inhibition of the  $\Delta^9$  steryl-CoA desaturase.

CHOURINARD, PY, CORNEAU, L, BARBANO, DM, METZGER, LE and BAUMANN, DE, (1999): Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. *J Nutr* 129:1579-1584.

\* Institut für Ernährungswissenschaften, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Dornburger Straße 24, D-07743 Jena

- 23. Effekte eines CLA-Präparates auf Schlachtkörperzusammensetzung und Fettsäurenmuster beim Broiler** (Effects of a CLA-product on carcass composition and fatty acid pattern in broilers) O. Simon\*, K. Männer, K. Schäfer, A. Sagredos und K. Eder - Berlin/ Halle (Saale)

Konjugierte Linolsäuren (CLA) sind Isomere der Linolsäure (18:2), die durch zwei konjugierte Doppelbindungen charakterisiert sind. In natürlichen Produkten kommt fast ausschließlich 9*cis*,11*trans*-CLA vor. Neben bedeutenden Effekten dieser Verbindungen, wie anticancerogene und antiatherogene Wirkungen wird postuliert, dass CLA auch bei verschiedenen Tierarten und beim Menschen den Fettansatz reduzieren zu Gunsten des Proteinansatzes. Anliegen der Untersuchungen war die Prüfung des zuletzt genannten Effektes bei Broilern. Ferner wurden Einflüsse auf das Fettsäurenmuster verschiedener Gewebe geprüft.

Die Tiere der Versuchsgruppe erhielten in der Ration 28,6 g/kg eines CLA-Produktes, was zu Gehalten von 9,3 g 9*cis*,11*trans*-CLA und 9,2 g 10,12-CLA führte. Die Kontrolltiere erhielten die gleiche Menge des Ausgangsproduktes vor der Isomerierung mit einer Linolsäureanreicherung von 70%. Die Rationen wurden *ad lib.* 6 Wochen lang appliziert.

In allen geprüften Geweben wurde in der Versuchsgruppe ein signifikant reduzierter Fettgehalt gefunden bei gleichzeitig erhöhtem Proteingehalt (nicht durchgängig signifikant). So betrug der Fettgehalt bei Kontroll- bzw. CLA-Tieren in Muskulatur von Brust 103 bzw. 63 g/kg TM und Keule 345 bzw. 303 g/kg TM. Für die Menge an Abdominalfett war die ermittelte Reduzierung durch CLA nicht signifikant. In den für den Verzehr relevanten Schlachtkörperpartien (Brust und Keule) war das Fett: Protein - Verhältnis zugunsten des Proteins verschoben.

Die Fettsäurenzusammensetzung von Brutmuskel, Keule und Abdominalfett war durch die CLA wesentlich beeinflusst und in allen Geweben folgendermaßen gekennzeichnet: Erhöhung des Gehaltes gesättigter Fettsäuren, Abnahme des Gehaltes an Ölsäure und Linolsäure und Anstieg des Gehaltes an CLA auf über das 10-fache im Vergleich zu den Kontrolltieren. All diese Veränderungen waren signifikant. Bei der CLA-Gruppe wurden in den Fetten CLA-Anteile bis über 10% der Gesamtfettsäuren gefunden. Der Einbau von 9,11-CLA erfolgte mit Ausnahme der Leber in alle anderen Gewebefetten effektiver als der des 10,12-Isomers. Im Futter betrug das Verhältnis 9,11-CLA zu 10,12-CLA 1 : 0,99 in den Leberlipiden 1 : 0,96 und in allen anderen geprüften Gewebefetten um 1 : 0,8.

Ein weiterer Befund war, dass bei Einbeziehung von CLA in die Ration die Konzentration an Plasma-Cholesterin (3,57 vs. 4,14 mmol/l) und an LDL-Cholesterin (0,82 vs. 1,12 mmol/l) signifikant gesenkt wurde.

Nach diesen Befunden ist davon auszugehen, dass eine Verschiebung des Verhältnisses von Protein und Fettansatz durch CLA auch beim Broiler stattfindet, verbunden mit einer tiefgreifenden Veränderung des Fettsäurenmusters und einer Anreicherung von CLA in Körperfetten. Inwiefern die Veränderungen im Fettsäurenmuster aus ernährungsphysiologischer Sicht angestrebt werden sollten, bedarf einer eingehenden Prüfung.

\* Institut für Tierernährung, Freie Universität Berlin, Brümmelstr. 34, D-14195 Berlin

**24. Dietary *trans* fatty acids increase CLA content in backfat of pigs** (Nutritiv zugeführte *trans*-Fettsäuren erhöhen den CLA-Gehalt im Rückenspeck von Mastschweinen). Karola Gläser\*, M. R. L. Scheeder and C. Wenk - Zürich

In several investigations various health benefits have been reported for conjugated linoleic acid (CLA) which covers different isomers of octadecadienoic acid with conjugated *cis/trans* double bonds (1). Initially, biohydrogenation of linoleic acid has been described as the main source of the  $\Delta 9,11$  isomer in ruminants (2), but recently it has been demonstrated that endogenous desaturation of *trans* vaccenic acid seems to be the major pathway for CLA production (3). Therefore it can be assumed that desaturation of dietary *trans* vaccenic acid by  $\Delta^9$ -desaturase may also increase CLA content in adipose tissue of pigs. In the present study 12 x 4 siblings of Large White and Swiss Landrace breed were allocated to 4 feeding treatments according to litter, sex, and body weight and fattened from 22±5.2 kg to 103±3.3 kg live weight. The pigs were housed in groups of 4 animals each and had free access to feed and water. The control (C) diet (barley, wheat, soybean meal) contained 12.9 MJ DE and 18% CP (starter feed) or 15% CP (finishing feed). In the experimental diets 5% of the control diet were replaced with olein or stearin fraction of pig fat (OLE, STE) or hydrogenated fat (SAT). Determination of fatty acids in the outer layer of backfat was carried out by gas chromatography of fatty acid methyl ester (FAME) on Supelcowax-10<sup>TM</sup> and SP-2560 capillary columns. Two groups of C18:1 *trans* isomers with the double bond at  $\Delta 6$  to  $\Delta 9$  and  $\Delta 10$  to  $\Delta 12$ , respectively, and the  $\Delta 9/11$  *cis/trans* isomer of CLA were quantified.

		C	OLE	STE	SAT	SEM
Feedstuff [g FAME/kg]	<b>SFA</b>	3.41	19.48	31.23	32.82	
	<b>MUFA</b>	2.95	28.65	24.44	10.63	
	<b>PUFA</b>	8.85	16.35	14.54	10.05	
	<b>C 18:1 <math>\Delta 6-9</math> trans</b>	-	0.28	0.29	1.76	
	<b>C 18:1 <math>\Delta 10-12</math> trans</b>	-	0.24	0.31	1.39	
	<b>C 18:2 <math>\Delta 9/11</math> cis/trans</b>	-	0.18	0.15	0.01	
Backfat [% FAME]	<b>SFA</b>	38.97 <sup>a</sup>	35.28 <sup>b</sup>	36.78 <sup>b</sup>	40.25 <sup>a</sup>	0.40
	<b>MUFA</b>	48.02 <sup>b</sup>	50.69 <sup>a</sup>	50.10 <sup>a</sup>	47.79 <sup>b</sup>	0.36
	<b>PUFA</b>	13.01 <sup>ab</sup>	14.02 <sup>a</sup>	13.12 <sup>a</sup>	11.97 <sup>b</sup>	0.30
	<b>C 18:1 <math>\Delta 6-9</math> trans</b>	0.14 <sup>c</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0.30 <sup>b</sup>	1.37 <sup>a</sup>	0.03
	<b>C 18:1 <math>\Delta 10-12</math> trans</b>	0.04 <sup>c</sup>	0.09 <sup>b</sup>	0.11 <sup>b</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.01
	<b>C 18:2 <math>\Delta 9/11</math> cis/trans</b>	0.07 <sup>c</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.44 <sup>a</sup>	0.01

LS-Means in one row lacking a common superscript are significantly different ( $P \leq 0.05$ ), SEM = maximum standard error of mean

Highest CLA content was measured in adipose tissue of pigs fed the SAT diet, although this diet contained virtually no CLA. This can be explained by  $\Delta^9$ -desaturation of dietary *trans* vaccenic acid, as this feed was high in *trans* fatty acids and low in linoleic acid, which could also serve as precursor of CLA. On the other hand the recorded amounts of CLA in backfat of OLE and STE fed pigs are probably caused by dietary CLA as well as endogenous desaturation of dietary *trans* octadecenoic acid. Although the C diet contained neither *trans* octadecenoic acids nor CLA, small amounts of these fatty acids were found in backfat. This may be attributed to microbial formation of *trans* fatty acids in the gut and subsequent endogenous desaturation. The changed proportions of the two groups of C18:1 *trans* isomers in feed and backfat also indicate that CLA was produced from *trans* vaccenic acid by endogenous desaturation.

- (1) Belury, M.A., (1995): Nutrition Reviews 53 (4:1): 83-89  
 (2) Kepler, C., (1966): J. Biolog. Chem. 241 (6): 1350-1354  
 (3) Corl, B., et al. (1998): J. Dairy Sci. 81 (Suppl. 1): 233

\* Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zürich, Institute of Animal Science, Nutrition Biology, CH - 8092 Zürich, Switzerland

**25. Effect of dietary fish oil supplementation on fatty acid composition, lipid oxidation and meat quality characteristics in fattening bulls** (Einfluss einer Fischöl-Supplementation auf das Fettsäurenmuster, die Fettstabilität sowie Fleischbeschaffenheitsparameter bei Mastbüffeln) U. Kirchheim\*, H.-J. Löhnert and Ch. Geißler - Jena/Leipzig.

The consumption of diets (e. g. fish) rich in the long chain polyunsaturated fatty acids [(LCP - especially eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA)] has been linked to reduced incidence of atherosclerosis and coronary heart disease as well as other lifestyle diseases. As current fish consumption does not satisfy recommended intakes of n-3 fatty acids, remaining requirements should be supplied via other animal products. The (n-3) fatty acid enrichment of ruminant tissues was deemed possible when recent studies demonstrated that ruminal microorganisms did not hydrogenate LCP (e. g. EPA, DHA) to any significant extent.

The effect of a daily supplement of 100 g fish oil on fatty acid composition and fat and meat quality characteristics was investigated in 20 fattening bulls receiving a diet based on maize silage, barley and soybean meal. Fish oil contained a total of 20.8 % n-3 fatty acids (7.0 % EPA, 7.5 % DHA). The supplement was fed for 113 d before slaughter.

The deposition of n-3 LCP was low compared with the dietary increment. Fish oil feeding did not affect the concentration of C 22:6, C 22:5 and C 18:3 in the *m. longissimus* (*m. long.*) whereas the content of EPA increased. Oil supplementation further increased the deposition of *trans*-vaccenic acid and conjugated linoleic acid and lowered oleic acid. There was the same trend in the pelvic fat. Two methods (TBARS, Rancimat) were used to determine the oxidation stability of beef lipids (intramuscular fat, pelvic fat). Fish oil supplementation did not affect lipid oxidation of fresh and stored samples. Furthermore, trained sensory panelists found no differences in sensory profiles (off-flavour/odour, juiciness, tenderness, flavour) between the treatments.

Table: Means (x) and standard deviations (s) of fatty acid profiles of *m. long.* of fattening bulls (% of methylester, n = 10)

	Control	Fish oil
<b>C 16:0</b>	28.9 ± 1.01	29.2 ± 1.56
<b>C 18:0</b>	16.0 ± 1.48 <sup>a</sup>	14.3 ± 1.70 <sup>b</sup>
<b>C 16:1</b>	3.7 ± 0.58 <sup>b</sup>	4.0 ± 0.51 <sup>a</sup>
<b>C 18:1 n-9, cis</b>	36.6 ± 1.52 <sup>a</sup>	32.7 ± 1.48 <sup>b</sup>
<b>C 18:1 n-9, trans</b>	0.3 ± 0.04	0.3 ± 0.10
<b>C 18:1 n-7, cis</b>	1.4 ± 0.17	1.4 ± 0.15
<b>C 18:1 n-7, trans</b>	1.1 ± 0.17 <sup>b</sup>	2.9 ± 0.48 <sup>a</sup>
<b>C 18:2 n-6</b>	3.4 ± 1.22	3.8 ± 1.02
<b>C 18:2 9c/11</b>	0.2 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.5 ± 0.08 <sup>a</sup>
<b>C 18:3 n-3</b>	0.2 ± 0.07	0.3 ± 0.06
<b>C 20:4 n-6</b>	0.9 ± 0.50	0.9 ± 0.51
<b>C 20:5 n-3</b>	0.1 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.3 ± 0.03 <sup>a</sup>
<b>C 22:5 n-3</b>	0.2 ± 0.12	0.4 ± 0.23
<b>C 22:6 n-3</b>	0.1 ± 0.06	0.2 ± 0.10

Different superscripts indicate significant differences (Scheffé - test,  $P < 0.05$ ).

\* Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Ricarda-Huch-Weg 20, D-07743 Jena

**26. Einfluss von Mono- und Polyenfettsäuren im Futter auf Phospholipide, Garverlust und Textur von Schweinefleisch** (Influence of dietary mono- and polyunsaturated fatty acids on phospholipids, cooking loss and texture of pork). Barbara Eichenberger\*, M. R. L. Scheeder, Karola Gläser und C. Wenk – Zürich

Die Zusammensetzung der Futterfette hat bei Mastschweinen einen direkten Einfluss auf die Depotfettsäurezusammensetzung. Aber auch die Zusammensetzung der Phospholipide (PL) des intramuskulären Fettes (IMF) unterliegen Fütterungseinflüssen (z.B. 1). Gerade bei den PL sind, wegen ihren funktionellen Aufgaben, mögliche Fütterungseinflüsse von besonderem Interesse. In der vorliegenden Untersuchung sollte daher die Wirkung verschiedener Futterfette auf das Fettsäurenmuster der PL im IMF von zwei unterschiedlichen Muskeln sowie etwaige Effekte auf Textureigenschaften und das Safthaltevermögen untersucht werden.

Im Mastversuch wurden 12 Vollgeschwistergruppen à 4 Tiere balanciert nach Abstammung, Geschlecht und Einstallgewicht auf vier Fütterungsgruppen verteilt. Für die Versuchsgruppen wurde einer Kontrollration (Gerste, Weizen, Sojaschrot) entweder 7,00 % Schweinefett (SF), 4,95 % Olivenöl (OO) oder 3,17 % Sojaöl (SO) zugefügt, so dass das Futter der Zulagegruppen eine vergleichbare Menge an Doppelbindungen enthielt. Für die Analyse der Lipidfraktionen wurde nach Beigabe von zwei in ihrer Polarität den Lipidfraktionen entsprechenden internen Standards das IMF aus den *M. longissimus dorsi* (LD) und *triceps brachii* (TB) extrahiert, mit Chloroform und Methanol über Kieselgel in die apolaren und polaren Fraktionen getrennt und deren Fettsäurezusammensetzung gaschromatographisch bestimmt. Im LD wurde zudem der Tau- und Garverlust (12 h bei 4 °C und 45 min. bei 70 °C im Wasserbad) gravimetrisch und die Fleischtextur mit einer modifizierten Warner-Bratzler Klinge in einem Texture Analyser bestimmt.

	<i>M. longissimus dorsi</i>			<i>M. triceps brachii</i>				
	K	SF	OO	SO	K	SF	OO	SO
SFA [%]	25,5 <sup>a,b</sup>	25,3 <sup>b</sup>	24,8 <sup>b</sup>	26,6 <sup>a</sup>	27,7 <sup>a</sup>	27,2 <sup>a,b</sup>	26,3 <sup>b</sup>	28,3 <sup>a</sup>
MUFA [%]	17,8 <sup>b</sup>	18,2 <sup>b</sup>	23,2 <sup>a</sup>	12,7 <sup>c</sup>	18,4 <sup>b</sup>	19,1 <sup>b</sup>	24,9 <sup>a</sup>	12,7 <sup>c</sup>
PUFA [%]	46,4 <sup>b</sup>	46,2 <sup>b</sup>	42,3 <sup>c</sup>	51,3 <sup>a</sup>	45,3 <sup>b</sup>	45,2 <sup>b</sup>	41,3 <sup>c</sup>	51,3 <sup>a</sup>
C 18:1 [%]	15,49 <sup>b</sup>	16,38 <sup>b</sup>	21,52 <sup>a</sup>	10,93 <sup>c</sup>	16,25 <sup>b</sup>	17,27 <sup>b</sup>	23,06 <sup>a</sup>	11,29 <sup>c</sup>
C 18:2n6 [%]	28,10 <sup>b</sup>	28,07 <sup>b</sup>	25,13 <sup>c</sup>	34,06 <sup>a</sup>	30,19 <sup>b</sup>	30,09 <sup>b</sup>	27,11 <sup>c</sup>	37,01 <sup>a</sup>
C 20:4n6 [%]	9,68 <sup>a</sup>	9,76 <sup>a</sup>	9,82 <sup>a</sup>	9,56 <sup>a</sup>	8,26 <sup>a</sup>	8,35 <sup>a</sup>	8,25 <sup>a</sup>	7,89 <sup>a</sup>
Tauverlust [%]	7,6 <sup>a</sup>	8,4 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	8,6 <sup>a</sup>				
Garverlust [%]	23,8 <sup>a</sup>	23,4 <sup>a</sup>	23,4 <sup>a</sup>	22,5 <sup>a</sup>				
Scherkraft [N]	62,1 <sup>a</sup>	60,0 <sup>a</sup>	65,5 <sup>a</sup>	59,9 <sup>a</sup>				

Werte in einer Zeile und innerhalb eines Muskels mit mind. einem gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Scheffé-Test,  $P < 0,05$ )

Das Fettsäurenmuster der PL zeigte in beiden untersuchten Muskeln gleichgerichtete und signifikante Veränderungen in Abhängigkeit von den eingesetzten Futterfetten. Eine hohe nutritive Zufuhr an C18:1 und C18:2n6 spiegelte sich mit sehr deutlich erhöhten Anteilen dieser Fettsäuren in den Phospholipiden wieder, während sich der Gehalt an gesättigten Fettsäuren nur geringfügig unterschied. Der Anteil an C20:4n6 blieb unabhängig vom Angebot an C18:2n6 aus dem Futter konstant.

Bei den physikalischen Merkmalen der Fleischqualität konnten im LD keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Es kann also gefolgt werden, dass die deutlichen fütterungsbedingten Veränderungen in den PL keinen maßgeblichen Einfluss auf Garverlust und Fleischtextur zur Folge hatten.

(1) NÜRNBERG, K., KÜCHENMEISTER, U., NÜRNBERG, N., ENDER, K., HACKL, W., (1999) Arch. Anim. Nutr. 52: 53 – 65

\* Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährungsbiologie, ETH Zentrum / LFW, CH-8092 Zürich

**27. Einfluss verschiedener Fette auf sensorische Merkmale des Fleisches von Schweinen unterschiedlicher genetischer Herkunft** (The eating quality of pork from different pig-crosses with different feed fat). R. Kratz\*, E. Schulz, K. Fischer und P. Glodek, – Braunschweig/Kulmbach/Göttingen

In einem Wachstumsversuch von 30 bis 120 kg Lebendmasse mit 48 Bögen und 48 Sauen sollte der Einfluss verschiedener Futterfette (je 2,5 % Rindertalg = C<sub>16:0</sub>-, C<sub>18:0</sub>-, Sojaöl = C<sub>18:2</sub>- oder Leinöl = C<sub>18:3</sub>-reich) auf den Genußwert des Fleisches von Schweinen unterschiedlicher Genetik (Vater: Du, Ha\*Du oder Pi\*Ha; Mutter = LwxDL) untersucht werden. Von den Futtermixungen (ME = 14,8 MJ/kg T, XP = 200 g/kg T, XL = 43,8 g/kg) aus Gerste, Weizen, Sojaextr.schrot, Aminosäuren, Vitaminen, Mineralstoffen und 2,5 % des jeweiligen Fettes wurden Ø 2,23 kg je Tier u. Tag rationiert vorgelegt. Die mittlere Lebendmassezunahme lag bei 854 g/d und der mittlere Magerfleischanteil betrug 58,6 %.

Die sensorische Beurteilung des Fleisches wurde an 67 Proben von jeweils sechs erfahrenen Prüfern durchgeführt. An einer reinen Muskelprobe (2\*2\*2 cm, M.l.d.) wurde die Ausprägung der Merkmale Saftigkeit, Zartheit und Aroma sowie an einer Muskel/Speck-Probe des gleichen Tieres das Aroma bestimmt. Der Gewichtsverlust als Differenz der Massen vor und nach der Erhitzung auf 72 °C Kerntemperatur lag für alle Gruppen bei etwa 26 %. Vom Rückenspeck in Höhe des 14. Brustwirbels (keine Trennung in dorsale bzw. ventrale Schicht) wurde vor der GC-Analyse der Fettsäuren 16 h mit einem Chloroform-Methanol-Gemisch (2+1, v/v) das Fett extrahiert und mit TMSH-Lösung methyliert. Ins statistische Modell gingen die Faktoren Vaterrasse, Futter, Geschlecht und die Prüfungssitzung ein. Die LS-MEANS wurden mit PROC GLM und die Korrelationen mit PROC CORR von SAS® berechnet. Die multiplen Mittelwertsvergleiche erfolgten mit dem Scheffé-Test.

Die Nachkommen der Du-Eber erhielten bezüglich Saftigkeit und Zartheit der Muskelprobe die niedrigste Bewertung. Das Fettsäurenmuster der Futter spiegelte sich im Speck wider. Das Aroma der polyensäure-reichen Proben der Sojaöl- und Leinöl-Gruppen wurde geringer als die Proben der mit Rindertalg bzw. Olivenöl gefütterten Schweine bewertet. Das Aroma der Muskel/Speck-Probe war positiv korreliert mit der Konzentration an MUFA (+0,61), C<sub>16:0</sub> (+0,47) und C<sub>18:1</sub> (+0,60) sowie negativ mit den Gehalten an PUFA (-0,68), C<sub>18:2</sub> (-0,30) und C<sub>18:3</sub> (-0,73) im Speck.

Vaterrasse	n	Saftig-keit	Zartheit	Futter-gruppe	Fettsäurenmuster [Gew-% <sup>2</sup> ]			n	Aroma M <sup>3</sup> / S <sup>4</sup>	Aroma Muskel	
					Futter [n=3]	Speck [n=24]	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>			
		[Pkte <sup>1</sup> ]	[Pkte]						[Pkte]	[Pkte]	
Du (NN)	23	2,72 <sup>b</sup>	2,98 <sup>b</sup>	Rindertalg	19,8	2,12	8,2 <sup>d</sup>	0,67 <sup>c</sup>	16	3,61 <sup>a</sup>	3,08 <sup>a</sup>
Ha*Du (NN)	22	2,94 <sup>ab</sup>	3,49 <sup>ab</sup>	Olivenöl	24,1	2,38	9,8 <sup>c</sup>	0,77 <sup>c</sup>	16	3,58 <sup>ab</sup>	3,14 <sup>a</sup>
Pi*Ha (NN)	22	3,23 <sup>a</sup>	3,84 <sup>a</sup>	Sojaöl	53,0	6,25	18,4 <sup>a</sup>	1,84 <sup>b</sup>	18	3,03 <sup>b</sup>	2,88 <sup>a</sup>
				Leinöl	32,5	34,1	11,9 <sup>b</sup>	9,41 <sup>a</sup>	17	2,19 <sup>c</sup>	2,41 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> = 1 – 6 Punkte, 6 = jeweils beste Einstufung; <sup>2</sup> = Gew-% der analysierten Fettsäuren (C<sub>8:0</sub> bis C<sub>24:0</sub>);

<sup>3</sup> = Muskel; <sup>4</sup> = Speck; unterschiedliche Hochbuchstaben je Spalte bedeuten  $p \leq 0,05$

Hohe Anteile an Polyensäuren im Fleisch, vor allem Linolensäure, wirken sich vor allem bei fettreichem Fleisch negativ auf das Aroma aus. Schweinemast mit Futter, das 2,5 % Soja- bzw. Leinöl enthält, ergibt Fleisch von abweichendem Aroma.

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

**28. Die Wirkung einer L-Carnitinsupplementierung auf Parameter des Lipidstoffwechsels von Ratten bei Einsatz einer atherogenen Diät** (The effect of L-carnitine supplementation on parameters of the lipid metabolism in rats fed an atherogenic diet). K. Eder\* - Halle (Saale)

Carnitin spielt im tierischen Organismus eine wichtige Rolle bei der  $\beta$ -Oxidation langkettiger Fettsäuren. In der Literatur existieren Hinweise, dass eine exogene Carnitinzufuhr die Rate der  $\beta$ -Oxidation erhöhen und dadurch den Lipidstoffwechsel insgesamt beeinflussen kann. Einzelne Untersuchungen bei hyperlipidämischen Patienten wie auch bei Ratten und Kaninchen ergaben speziell eine Beeinflussung von Triglycerid- und Cholesterinkonzentrationen im Blut durch Carnitinzulagen. Insgesamt sind die Ergebnisse verschiedener Studien diesbezüglich allerdings sehr uneinheitlich. In der vorliegenden Arbeit sollte deshalb die Wirkung einer Zulage an L-Carnitin auf den Lipidstoffwechsel von Ratten untersucht werden, denen eine atherogene Diät verabreicht wurde. Dazu wurde ein Experiment mit 20 männlichen Ratten durchgeführt, die in zwei Gruppen eingeteilt wurden. Die Tiere erhielten über einen Zeitraum von 42 Tagen eine halbsynthetische Versuchsdiaet mit 15% Schweineschmalz und 1% Cholesterin als atherogene Komponenten. Der Diät der Behandlungsgruppe wurden zudem 500 mg L-Carnitin pro kg zugesetzt. Neben den zootechnischen Parametern wurden als Parameter des Lipidstoffwechsels die Konzentrationen der Lipide in Plasma und Lipoproteinen, die Zusammensetzung der verschiedenen Lipoproteine, die Konzentrationen und die Fettsäurezusammensetzung der Lipide in Leber und Erythrozyten sowie die Hämolysestabilität der Erythrozyten bestimmt. Die Verabreichung von Carnitin hatte keinen Einfluss auf Wachstum und Futterverwertung. Die Konzentrationen des Cholesterins im Plasma und in der VLDL-Fraktion nahmen durch die Carnitinzulage signifikant zu, während die Konzentrationen der Triglyceride und der Phospholipide in Plasma und allen Lipoproteinfaktionen durch Carnitinzulage im Vergleich zur Kontrollgruppe unverändert blieben. Die prozentualen Anteile der verschiedenen Lipide in sämtlichen Lipoproteinfaktionen (VLDL, LDL, HDL) änderten sich durch die Carnitinzulage nicht. Die Leber wies als Folge des Cholesterinzusatzes zur Diät hohe Konzentrationen an Cholesterin auf; eine Beeinflussung der Konzentrationen der quantitativ bedeutsamsten Lipide (Cholesterin, Triglyceride, Phospholipide) wie auch der Fettsäurezusammensetzung der Gesamtlipide der Leber ergab sich durch die Carnitinzulage allerdings nicht. Die Stabilität der Erythrozytenmembran wie auch die Konzentrationen der wichtigsten Lipide in der Erythrozytenmembran sowie deren Fettsäurezusammensetzung wurde durch die Carnitinzulage ebenfalls nicht beeinflusst. Die Untersuchung zeigt insgesamt, dass eine Supplementierung des Futters mit L-Carnitin keinen wesentlichen Einfluss auf die gemessenen Parameter des Lipidstoffwechsels hat. Insbesondere zeigte sich bei dem verwendeten Tiermodell keine günstige Beeinflussung der Lipoproteine im Blut. Vermutlich ließen sich bei den Versuchstieren die endogenen Funktionen des Carnitins durch die Eigensynthese in der Leber vollständig realisieren.

\* Institut für Ernährungswissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Emil-Abderhaldenstr. 26, D-06108 Halle (Saale)

**29. Die Ermittlung des Fettgehaltes von Tierkörpern aus dem C- und N-Gehalt** (Estimation of the fat content in animal bodies from C and N content). S. Kuhla, Monika Klein und W. B. Souffrant - Rostock

Internationales Standardverfahren zur Rohfettbestimmung von Tierkörpern ist die Petroletherextraktion mit vorgesetztem Salzsäureaufschluss, wobei Rohfett gravimetrisch bestimmt wird. Wegen des erheblichen analytischen Aufwandes wird der XL-Gehalt oft als Differenz 100 - XA - XP berechnet, was dazu führt, dass er überschätzt wird. Ziel der vorliegenden Arbeit war die Prüfung der Frage, ob es unter Verwendung des C- und N-Gehaltes möglich ist, geeignete Gleichungen zur Schätzung des XL-Gehaltes von Tierkörpern abzuleiten.

Als Datenmaterial zur Ableitung standen insgesamt 289 analysierte Tierkörperproben unterschiedlicher Herkunft und Zusammensetzung (XL 4...60, XP 32...82 %) zur Verfügung. Unter Nutzung der einheitlichen Konstanten für Protein- und Fettsatz (Fett 76,70 % C; Protein 52,00 % C und 16,00 % N) wurde folgende Schätzgleichung (Analysendaten in % der T) berechnet:

$$XL = 1,304 C - 4,237 N. \text{ Die Anwendung dieser Gleichung führte zu folgenden Ergebnissen:}$$

	n	$\bar{x}$	$\bar{x}$	Differenzen		Gesamtschätzfehler
				$\bar{d}$	$s_d$	
XL [% der T]						
Tierkörper, insges.	289	29,39	30,58	1,19	1,80	7,3
Ratte	98	29,50	30,27	0,78	1,62	6,1
Schwein	73	37,37	38,91	1,54	2,09	7,0
Rind	36	25,61	26,06	0,45	1,17	4,9
Schaf	34	35,30	37,12	1,82	1,35	6,5
Huhn	48	15,69	17,27	1,58	2,02	16,4

Die positiven Differenzen sind auf Glykogen- und Glukosegehalt der Gewebe, unverdaute N- und fettfreie Ingesta sowie die Verwendung der konventionellen Faktoren zurückzuführen.

Mittels 2fach linearer Regressionsanalyse wurden folgende Gleichungen zur Schätzung des XL-Gehaltes (y) aus dem C- und N-Gehalt (Angaben in % der T) abgeleitet:

	n	Gleichung	$R^2$	$s_R$	% $s_R$
Tierkörper, insges.	289	$y = 1,2992 C - 4,339 N$	0,984	1,80	6,1
Ratte	98	$y = 1,2484 C - 4,001 N$	0,974	1,55	5,3
Schwein	73	$y = 1,3535 C - 4,776 N$	0,991	1,63	4,4
Rind	36	$y = 1,3251 C - 4,401 N$	0,995	1,12	4,4
Schaf	34	$y = 1,2948 C - 4,407 N$	0,965	1,35	3,8
Huhn	48	$y = 1,1737 C - 3,800 N$	0,946	1,85	11,8

Wie die Ergebnisse zeigen, eignen sich diese Gleichungen zur Ermittlung des XL-Gehaltes von Tierkörpern. Somit besteht durch den Einsatz moderner N/C-Analysatoren die Möglichkeit, die Analysenzeit und den Arbeitsaufwand für die Rohprotein- und Rohfettbestimmung von Tierkörpern wesentlich zu reduzieren.

\* FBN, FB Ernährungsphysiologie "Oskar Kellner", Justus-von-Liebig-Weg 2, D-18059 Rostock

- 30. Untersuchungen zur faecalen Fettausscheidung bei pancreasgangligierten Schweinen unter dem Einfluss intraceaical applizierter Antibiotika** (Studies on the effect of enteral administration of antibiotics on faecal fat excretion in pancreatic duct ligated pigs). R. Tabeling\*, C. Faßmann, P. Gregory und J. Kamphues - Hannover

Das Leitsymptom der exokrinen Pancreasinsuffizienz ist das Auftreten der Steatorrhoe, wobei die mit den Faeces abgegebene Fettmenge mit dem Fehlen der Pancreaslipase erklärt wird. In früheren Untersuchungen (TABELING 1998) mit ileocaecal fistulierten, pancreasgangligierten Schweinen wurde über den Kot zum Teil doppelt soviel Rohfett ausgeschieden wie in den Dickdarm einfloss, sodass eine erhebliche mikrobielle Synthese von Rohfett im Dickdarm postuliert wurde. Um diese Hypothese zu prüfen, erfolgte eine Bestimmung der Verdaulichkeit (praecaecal, über den gesamten Verdauungstrakt, insbesondere Rohfett) ohne bzw. mit zusätzlicher Applikation von Antibiotika (AB) über die Ileocaecal fistel (2 mal tgl.: 800 mg Ampicillinhydrat, 240 mg Gentamycin, 190 mg Clindamycin, 100 mg Enrofloxacin, 200 mg Amphotericin B). Nach der früher beschriebenen Methode wurden 7 Minischweine (ca. 30 kg) mit ileocaecaler Umleitungsfistel versehen, bei 4 dieser Tiere zusätzlich der ausführende Pancreasgang ligiert. Alle Tiere erhielten 2 mal täglich je 250 g einer fettreichen Ration (ca. 30% Rfe, ca. 15% Rp in TS). Ileumchymus wurde an 3 Tagen jeweils über 12 h, der Kot über 5 Tage gesammelt (Chromoxid als Marker). Analysen: Rohnährstoffe (Weender Vorschrift); LPS (LAL-Test); L-Laktat (enzymatische Bestimmung); Flüchtige Fettsäuren (Gas-Chromatographie).

Verdaulichkeit	Rohnährstoff	Kontrolltiere (n=3)		pancreasgangligierte Tiere (n=4)	
		- AB		- AB	
		MW	SD	MW	SD
• praecaecal	Rohprotein	80,79	±2,49	26,14	±3,06
	Rohfett	94,71	±2,01	53,47	±2,84
• über den gesamten Verdauungstrakt	Rohprotein	88,83	±0,15	49,95	±3,63
	Rohfett	93,32	±2,17	14,48	±5,65
				39,37	±3,04
				32,87	±2,38

Gegenüber den Kontrolltieren ist nach Ligatur des Pancreasgangs die Rp- und Rfe-Verdaulichkeit praecaecal und über den gesamten Verdauungstrakt deutlich reduziert. Nach Applikation antimikrobiell wirksamer Substanzen war praecaecal eine verbesserte Rohproteinverdaulichkeit zu beobachten, die sich während der Dickdarmpassage nicht veränderte. Die Verdaulichkeit von Rohfett war praecaecal tendenziell, die Gesamtverdaulichkeit jedoch deutlich verbessert.

	caecaler Rfe-Zufluss (1) (g/Tag)	faecale Rfe-Abgabe (2) (g/Tag)	Δ (2) - (1) (g/Tag)		
			MW	SD	
			MW	SD	
Kontrolltiere	- AB	7,78	±2,95	9,83	±3,19
pancreasgang- ligierte Tiere	- AB	66,32	±4,05	121,86	±8,05
	+ AB	67,26	±10,18	103,24	±3,69
			55,54	±4,36	
			35,98	±12,59	

Bei nahezu identischem ileocaecalem Rfe-Fluss ging die faecal ausgeschiedene Rfe-Menge unter dem Einfluss der intraceaical applizierten Antibiotika deutlich zurück. Bei Schweinen mit ligiertem Pancreasgang (zur Simulation der Pancreasinsuffizienz) ist demnach die forcierte faecale Fettausscheidung zu einem erheblichen Teil (35,2%) der Dickdarmflora zuzuschreiben.

(1) TABELING, R., (1998): vet. med. Dissertation Hannover

\* Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

- 31. Selektiver Einfluss eines Leistungsförderers sowie einer Xylanase bzw. deren Kombination auf die Aktivität verschiedener intestinaler Bakteriengruppen- und -arten im Mastschwein** (Selective influence of a growth promoter, a xylanase and their combination on the activity of different intestinal bacterial groups and -species in the growing pig). W. Vahjen\*, Karen Gollnisch und O. Simon - Berlin

Als Futterzusatzstoffe sollen Antibiotika die mikrobielle Belastung des Tieres verringern und dadurch zu positiven Wirkungen führen. Xylanasen dagegen werden hauptsächlich wegen ihres positiven Einflusses auf die intestinale Viskosität eingesetzt, die als Nebeneffekt zu einer Veränderung der mikrobiellen Zusammensetzung im Verdauungstrakt führen kann.

Der Einfluss beider Arten von Futterzusatzstoffen auf die mikrobielle Zusammensetzung im Verdauungstrakt ist bisher noch nicht befriedigend geklärt worden. Die Untersuchung mikrobieller Gemeinschaften des Verdauungstrakts anhand von klassischen Kultivierungsmethoden ist sehr arbeitsaufwendig und mit methodischen Fehlern behaftet. Die Aktivität intestinaler Bakteriengruppen- und -arten *in situ* kann jedoch mit markierten, spezifischen 16S RNA Sonden nachgewiesen werden. Hierzu wird die extrahierte RNA einer Probe mit einer entsprechenden Sonde hybridisiert. Die Markierung der Sonde erlaubt den Nachweis spezifischer RNA und ergibt somit Informationen über die bakterielle Aktivität im Verdauungstrakt.

In der vorliegenden Untersuchung erhielten 24 DL-Börge über 29 Tage im Gewichtsabschnitt von ca. 23 bis 45 kg Lebendmasse eine Mischung aus Gerste (40%), Weizen (34%), Sojaextraktionsschrot (17%), Weizenkleie (5%), Sojaöl (1,5%) sowie Mineralstoff-, Vitamin- und Aminosäureergänzung (2,5%) in der Kontrollgruppe, der entweder mit 40 mg Avilamycin (Wirkspktrum gegen gram-positive Bakterien) pro kg Futter, 4000 Einheiten einer Xylanase pro kg Futter bzw. mit der Kombination beider Futterzusätze supplementiert wurde. Die Tötung der Tiere und die Entnahme der Chymusproben erfolgte 4 h nach Beendigung der Futteraufnahme. Gesamt DNA und RNA wurde aus Proben des Jejunum, Ileum, Caecum und Colon von je drei Tieren extrahiert und gereinigt. Die RNA wurde auf Nylon Membrane fixiert und mit verschiedenen Digoxigenin (DIG) markierten 16S RNA Sonden hybridisiert. Diese Sonden sind spezifisch für: gesamte eubakterielle RNA, RNA aus *Bacteroides* spp., *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp., *Streptococcus*/*Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp. sowie der Bakterienarten *E. faecium*, *E. faecalis*, *E. cecorum*, *L. acidophilus*, *L. amylophilus* und *L. fermentum*. Die Lichtintensität der hybridisierten, DIG markierten Sonden wurde densitometrisch mit Hilfe einer Digitalkamera erfasst und ausgewertet.

Die Futterzusatzstoffe beeinflussten die Aktivität intestinaler Bakteriengruppen und -arten auf unterschiedliche Weise und in unterschiedlichen Darmabschnitten. Avilamycin verringerte die gesamte mikrobielle Aktivität in Proben aus dem Jejunum und führte im weiteren Verlauf des Verdauungstraktes zu unveränderten oder erhöhten Aktivitäten gegenüber der Kontrollgruppe. Die Supplementierung der Xylanase zeigte mit Ausnahme von Caecumproben gleiche oder erhöhte eubakterielle Aktivität, während die Kombination beider Futterzusätze in allen Darmabschnitten zu einer verringerten eubakteriellen Aktivität führte. Beide Futterzusätze hemmten sowohl allein als auch additiv in Kombination die Aktivität von *Bacteroides* spp., *Bifidobacterium* spp. wurde durch den Leistungsförderer gehemmt, durch den Zusatz der Xylanase jedoch gefördert. Weitere Ergebnisse deuten darauf hin, dass Avilamycin hauptsächlich bakterielle Aktivitäten im vorderen Verdauungstrakt beeinflusst, während sich die Xylanase im weiteren Verlauf des Verdauungstrakts auf mikrobielle Gemeinschaften des Ileum, Caecum und Colon auswirkt.

\* Institut für Tierernährung, Freie Universität Berlin, Brümmerstr. 34, D-14195 Berlin

**32. Einfluss NSP-spaltender Enzyme auf endogene N-Ausscheidungen beim Schwein** (Effect of NSP-hydrolyzing enzymes on endogenous N-losses in pigs) S. Dänicke\*, H. Kluge, G. Dusel und H. Jeroch - Braunschweig/Halle (Saale)

In der Literatur wurde auch beim Schwein über Verbesserungen der scheinbaren Rohproteinverdaulichkeit nach Zulage NSP-spaltender Enzyme zu Roggen- oder Weizenenthaltenden Futtermischungen berichtet. Diese Steigerungen wurden häufig den endogenen N-Ausscheidungen zugeschrieben. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, eine Abschätzung dieser endogenen N-Ausscheidungen mittels einer [<sup>15</sup>N]-Isotopenverdünnungsmethode vorzunehmen. An 6 Kastraten mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 19,4 kg zu Versuchsbeginn wurde eine Weizen/Roggen-basierende Futtermischung (53/25 % Mischungsanteil) verfüttert. Jeweils 3 Tiere erhielten die unsupplementierte Kontrollmischung (-) bzw. die Xylanase-supplementierte Versuchsform (Grindazym GP, Danisco Ingr., 1g/kg Futter). Die Tiere waren einzeln in Stoffwechselkäfigen untergebracht. Einer 4-tägigen Eingewöhnungsphase folgte die 7-tägige Markierungsphase, in der jedes Tier täglich 1,5 g [<sup>15</sup>N](NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1,26 Atom% [<sup>15</sup>N]-Überschuss) erhielt. Der Markierungsphase folgte die 8-tägige Abklingphase, in der das Futter zusätzlich mit TiO<sub>2</sub> als Marker verabreicht wurde. Während der Markierungs- und Abklingphase wurden Kot und Harn quantitativ erfasst. Die N-Konzentrationen sowie die [<sup>15</sup>N]-Anreicherungen von Harn und Kot wurden mittels Elementar-Analysator mit nachgeschaltetem isotope-ratio mass spectrometer (IRMS) analysiert. Die endogenen N-Anteile wurden aus dem Verhältnis des [<sup>15</sup>N]-Überschusses im Harn (Precursor-Pool) und im Kot bzw. in der Digesta berechnet. Die Gewinnung der Digestaproben erfolgte durch Schlachtung der Tiere zu Versuchsabschluss.

Die in der Tabelle zusammengefassten Ergebnisse machen deutlich, dass der endogene N-Anteil im letzten Ileumabschnitt etwa 40 % und auf Kotniveau etwa 55 % betrug. Der dem Dickdarmbereich zuzuordnende Anstieg ist daher zu einem großen Teil bakteriellen Ursprungs. Auf das Futter bezogen sanken die endogenen N-Ausscheidungen vom Ileum zum Kot, was ebenfalls auf die bakterielle Verwertung von endogenem ilealem N hindeutet. Die jeweiligen Differenzen zwischen scheinbarer und wahrer Verdaulichkeit des Rohproteins leiten sich aus den endogenen N-Ausscheidungen ab.

Zwischen den Behandlungsvarianten wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Tendenziell ( $p<0,5$ ) deutet sich an, dass die endogenen N-Ausscheidungen bei den Tieren, welche die Enzym-supplementierte Futtermischung erhalten hatten, bis zum Ileum vermindert waren und den geringfügigen Anstieg in der scheinbaren Rohproteinverdaulichkeit bewirkten.

		Endogener N-Anteil (%)	N-Ausscheidungen (g/kg T)	Rohproteinverdaulichkeit (%)	
				scheinbar	wahr
Weizen/Roggen	Ileum	43,8	3,1	76,0	87,0
	Faeces	55,4	1,9	88,9	95,1
Weizen/Roggen/ Xylanase	Ileum	41,2	2,4	79,0	87,6
	Faeces	56,7	2,1	88,1	94,8

**33. Einfluss eines Ameisensäure-Kaliumformiat-Komplexes auf die Zusammensetzung des Chymus sowie die Mikroflora im Darmkanal von Absetzferkeln** (Influence of a formic acid-potassiumformate-complex on chyme composition as well as on the intestinal microflora of weaned piglets) Diane Hebele\*, S. Kulla, Frauke Winkenwerder, J. Kamphues, J. Zentek und G. Amtsberg - Hannover

Vor dem Hintergrund des Verbots/Verzichts auf verschiedene Leistungsförderer sowie zu erwartender Beschränkungen beim Einsatz antibiotischer Therapeutika sind andere Maßnahmen (v.a. diätetischer Art) erforderlich, mit denen das gerade in der Absetzphase labile Gleichgewicht der Intestinalflora stabilisiert bzw. die Haftung und Vermehrung pathogener Mikroorganismen gehemmt werden kann. In vorliegender Untersuchung sollten mögliche Effekte einer speziellen Säurekonfektionierung auf verschiedene Parameter der Chymusqualität (Milieubedingungen, Metaboliten mikrobieller Herkunft) sowie auf die Mikroflora (Keimzahl ausgewählter Arten) im Chymus geprüft und näher quantifiziert werden.

Dazu wurde pelletiertes Ferkelaufzuchtfutter (Ø 14,2 MJ ME, 184 g Rp je kg) an 30 im Alter von 21-24 Tagen abgesetzte Ferkel (Ø KM: 6,7 kg; 3 Durchgänge) ad libitum angeboten (Versuchsfutter: 1,8 % Formi<sup>TM</sup>LHS [ $\sim$  70 % Formiat]; Austausch gegen Maisstärke). Nach 5-tägiger Gabe von Kontrollfutter erfolgte die Tötung von 6 Tieren (Basiswerte). Die verbliebenen Tiere wurden in Kontroll- (n=11) und Versuchsgruppe (n=12; 1,8 % Formi<sup>TM</sup>LHS) aufgeteilt und nach 6-10-tägiger Fütterung (6 h ppr) getötet. Nach Entnahme des Magen-Darm-Kanals wurden Chymusproben gewonnen (Magen, Dünndarm [Anfang: 1; Mitte: 2; Ende: 3], Caecum, Colon).

Die verschiedenen Abschnitte zeigten keine Unterschiede in Füllung, TS-Gehalt und pH-Wert im Chymus. Die höchsten Konzentrationen an Keimen und Metaboliten mikrobieller Herkunft wurden fünf Tage nach dem Absetzen (Basis) bestimmt. Der Gehalt der wichtigsten organischen Säuren (Dünndarm: L-Laktat; Colon: FFS) blieb unbeeinflusst vom Säurezusatz, während die NH<sub>3</sub>-Konzentrationen in Magen und cranialem Dünndarm dadurch signifikant reduziert wurden, ebenso wie der Cadaverin-Gehalt (Lysin-Decarboxylierung) in Magen und Dünndarm 3. Diese Ergebnisse sowie die Effekte auf die Keimzahlen sind nachfolgender Tabelle (Angaben:  $\bar{x} \pm s$ ) zu entnehmen.

Gruppe/Behandlung: Tage nach dem Absetzen:	Basis (n=6)	Kontrolle (n=11)	Versuch (n=12)
	5	11-15	11-15
Ammoniak Dünnd. 2 (mmol/kg uS)	4,67 <sup>a</sup> $\pm$ 3,78	3,21 <sup>a</sup> $\pm$ 1,71	0,81 <sup>b</sup> $\pm$ 0,44
Cadaverin Magen (nmol/g uS)	320 <sup>a</sup> $\pm$ 389	104 <sup>ab</sup> $\pm$ 125	31,2 <sup>b</sup> $\pm$ 28,3
Cadaverin Dünnd. 3 (nmol/g uS)	317 $\pm$ 272	245 $\pm$ 265	97,3 $\pm$ 41,2
Mikroflora Dünndarm 3 (log/g uS)			
Aerobier (Gesamtkeimzahl)	8,73 <sup>a</sup> $\pm$ 0,39	8,37 <sup>a</sup> $\pm$ 0,44	7,63 <sup>b</sup> $\pm$ 0,54
Anaerobier (Gesamtkeimzahl)	8,93 <sup>a</sup> $\pm$ 0,39	8,69 <sup>a</sup> $\pm$ 0,43	7,93 <sup>b</sup> $\pm$ 0,62
Laktobazillen	8,83 <sup>a</sup> $\pm$ 0,39	8,44 <sup>a</sup> $\pm$ 0,66	7,54 <sup>b</sup> $\pm$ 0,72
Streptokokken/Enterokokken	7,52 $\pm$ 1,25	7,29 $\pm$ 1,01	6,73 $\pm$ 0,75
E. coli <sup>1)</sup>	8,07 <sup>(a)</sup> $\pm$ 1,07	7,35 <sup>(ab)</sup> $\pm$ 1,22	6,12 <sup>(b)</sup> $\pm$ 1,90

<sup>1)</sup> Basis vs. Versuch:  $p=0,054$

Diese Daten belegen eindeutig antimikrobielle Effekte des Säurezusatzes im Darmkanal, die sowohl zur Reduktion mikrobiell bedingter Nährstoffverluste (forcierte N-Retention) als auch zum Schutz vor einer übermäßigen Vermehrung (gramnegativer) Keime genutzt werden können (Stabilisierung).

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

\* Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

**34. PCR Assay zum Nachweis schweinepathogener *Escherichia coli* Virulenzfaktoren aus dem Verdauungstrakt von Ferkeln bei Einsatz eines sporenbildenden Probiotikums (PCR-assay for detection of porcine pathogenic *Escherichia coli* virulence factors in the gastrointestinal tract of piglets fed a spore forming probiotic). Sandra Göbel\*, W. Vahjen, Anke Jadamus und O. Simon – Berlin**

Probiotika finden in der Tierernährung zunehmend Einsatz und werden als Alternative zu antimikrobiellen Leistungsförderern betrachtet. In eigenen Untersuchungen wurde eine altersabhängige Verschiebung des Wachstums luminaler und mucusständiger *Enterobakterien* im Verlauf des Intestinaltraktes durch den Einsatz des sporenbildenden Probiotikums ToyoCerin (*Bacillus cereus* *toyoi*) der Versuchsgruppen beobachtet. Als Problemkeim ist aus der Gruppe der *Enterobacteriaceae* aufgrund der Beteiligung an schweren, verlustreichen Durchfällen bei Ferkeln besonders *Escherichia coli* hervorzuheben. Um pathogene Wirkungen entfalten zu können, sind Fimbrien (F4, F5, F6, F18, F41) zur Anheftung an die Darmschleimhaut, massenhafte Vermehrung und die Ausschüttung von Enterotoxinen notwendig. Diese Fimbrien und Enterotoxine sind als Pathogenitäts- bzw. Virulenzfaktoren im Falle von *Escherichia coli* genetisch überwiegend in Plasmiden und im selteneren Falle auch chromosomal determiniert. Ziel dieser Untersuchung war es, festzustellen, inwieweit die Virulenzfaktoren schweinepathogener *Escherichia coli* im Verdauungstrakt von Ferkeln durch die Applikation von *B. cereus* *toyoi* beeinflusst werden. Die Methodik wurde mit 93 aus der Darmschleimhaut gewonnenen *Escherichia coli*-Isolaten auf ihre Einsetzbarkeit hin überprüft. In dieser Fallstudie wies die Gesamtverteilung der Virulenzfaktoren der Isolate entlang des Darmtraktes darauf hin, daß eine Adhäsion pathogener *Escherichia coli* insbesondere im Duodenum und in den distalen Darmabschnitten, weniger im Jejunum stattgefunden hatte. Der Hauptanteil der Isolate besaß das F18-Gen, gefolgt von F4 (K88). Als Kombinationen zeigten sich vornehmlich F18 mit dem Shiga-Toxin, sowie F18 mit den hitzestabilen Enterotoxinen I und II.

In einem Fütterungsversuch wurden Hybridferkel eingesetzt, deren Muttersauen 14 Tage vor dem Geburtstermin in zwei Fütterungsgruppen eingeteilt wurden. Die Diät der Versuchsgruppe wurde mit  $10^9$  Sporen *Bacillus cereus* *toyoi*/kg Futter supplementiert. Die Ferkel der entsprechenden Gruppen erhielten im Alter von 14 Tagen ein Ergänzungsfutter für Saugferkel und ab dem 21. Tag ein Aufzuchtfutter mit je  $10^9$  Sporen *Bacillus cereus* *toyoi*/kg Futter. Die Probenentnahme erfolgte am 13., 21., 28. und 32. Lebenstag an jeweils 3 Ferkeln pro Versuchsgruppe. Die Schleimhaut der jeweiligen Darmabschnitte wurden einer DNA-RNA-Extraktion und -Auf trennung unterzogen und mittels einer Multiplex-PCR und nachfolgender Hybridisierung mit internen Sonden untersucht.

Der qualitative PCR-Nachweis zeigte, dass eine altersabhängige Verteilung verschiedener Pathogenitätsfaktoren vorlag. Unterschiede im Auftreten oder Fehlen einzelner Virulenzfaktoren zwischen den Versuchsgruppen wurden bisher nicht beobachtet. Weitere Ergebnisse zum Nachweis schweinepathogener *E. coli* nach Supplementierung von *Bacillus cereus* *toyoi* werden vorgestellt.

\* Institut für Tierernährung, Freie Universität Berlin, Brümmerstr.34, D-14195 Berlin

**35. Effekte einer L-Carnitzinzulage bei jungen Pferden auf den Carnitinstatus der Muskulatur während eines vierwöchigen Trainings (Effect of L-carnitine in young horses on muscle carnitine during a four week training period). M. Coenen\*, I. Vervuert, J. Härnveyer, C. Chrobok, U. Wedemeyer und H. P. Sporleder - Hannover**

Carnitin ist für die Funktion der Muskelzelle essentiell. Da der Carnitinbestand der Muskulatur junger Pferde noch deutlich niedriger ist als bei adulten Tieren, ergibt sich die Frage, ob bei jungen Pferden im Laufe eines vierwöchigen Trainings der Carnitinstatus der Muskulatur durch eine Carnitinsupplementierung verbessert werden kann.

Zur Untersuchung dieser Frage standen untrainierte 2jährige Traber (N=7) zur Verfügung. Nach Adaptation an ein Hochgeschwindigkeitslaufband wurde jedes Tier einem standardisierten Stufenbelastungstest (ST) unterzogen (6 Stufen à 5 min; Start mit 5 m/sec, Steigerung je Stufe um 1 m/sec, bis auf 10 m/sec in der 6. Stufe), der auch die Ableitung der  $v_{2,5}$  und  $v_4$  (Geschwindigkeiten, bei denen rechnerisch die Lactatkonzentration im Blut 4 bzw. 2,5 mmol/l erreichen) ermöglichte. Anschließend wurden die Pferde auf Kontroll- (keine Supplementierung) und Versuchsgruppe (10 g L-Carnitin/Tag) verteilt und alternierend jeweils 8mal in einer Kurzzeit- (Start mit  $v_4$ , minütlich Steigerung um 0,3 m/sec; Belastungsdauer 15 min) bzw. Dauerbelastung gefordert (Arbeit bei konstant  $v_{2,5}$  für ca. 70 min). Nach Abschluss der Trainingsperiode erfolgte ein 2. Stufentest, identisch zum Eingangstest. Über Dauerkatheter in der Vena jugularis externa wurden nach jeder Stufe Blutproben entnommen (Parameter: Lactat, Glucose, freie Fettsäuren [FFA], Carnitin); Muskelbiopsate für die Glykogen- und Carnitinbestimmungen vor und nach Belastung entstammten dem Musculus glutaeus medius (Tabelle).

Das Training induzierte verbunden mit einer Rechtsverschiebung ein Abflachen der Lactatgeschwindigkeitskurven; auch der Abbau des Muskelglykogens fiel während des 2. ST (d.h. nach der Trainingsperiode) geringer aus als im 1. ST und der Anstieg der freien Fettsäuren erfolgte auf deutlich niedrigerem Niveau.

Blutparameter und Muskelglykogen (/kg TM) bei Start und Ende der Belastungstests vor (1. ST) und nach der Trainingsperiode (2. ST) ohne (Kontrolle) bzw. mit Carnitinsupplementierung

	1. ST, alle, N=7		2. ST, Kontrolle, N=3		2. ST, Carnitin, N=4	
	Start	Ende	Start	Ende	Start	Ende
Lactat, mmol/l	$2,4 \pm 0,2$	$12,8 \pm 0,8$	$2,1 \pm 0,2$	$10,9 \pm 1,1$	$2,1 \pm 0,3$	$9,3 \pm 1,8$
Glucose mmol/l	$4,5 \pm 0,3$	$6,5 \pm 0,6$	$4,7 \pm 0,2$	$7,4 \pm 0,6$	$5,2 \pm 0,6$	$6,5 \pm 0,4$
FFA, $\mu$ mol/l	$314 \pm 137$	$395 \pm 174$	$215 \pm 143$	$345 \pm 75$	$103 \pm 58$	$245 \pm 150$
Carnitin, $\mu$ mol/l	$28,7 \pm 15,1$	$30,9 \pm 17,6$	$25,9 \pm 0,9$	$30,3 \pm 13,1$	$63,1 \pm 12,7$	$64,7 \pm 10,5$
Glykogen	$405 \pm 76$	$211 \pm 65$	$367 \pm 59$	$230 \pm 47$	$464 \pm 93$	$323 \pm 90$

Der Carnitinhalt der Muskulatur stieg von anfänglich (vor ST 1)  $2640 \pm 624$  mg/kg Trockenmasse bis zum Ende der Trainingsperiode (ST 2) signifikant in der Kontrollgruppe auf  $3240 \pm 596$  und in der Zulagegruppe auf  $5130 \pm 483$  mg/kg Trockenmasse an.

Die Befunde belegen, dass es bei Zweijährigen im Laufe eines vierwöchigen Trainings sowohl durch das Training selbst aber mehr noch durch eine gleichzeitige Carnitzinzulage zu einem Anstieg des Carnitinhaltes in der Muskulatur kommt.

\* Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

**36. Einfluss einer Xylanase und eines Antibiotikums allein oder in Kombination auf die Verdaulichkeit von Nicht-Stärke-Polysacchariden bei Legehennen** (Influence of a xylanase and an antimicrobial feed additive alone or in combination on the digestibility of non-starch-polysaccharides in laying hens). Doris Lattemann\*, Ingrid Halle und G. Flachowsky - Braunschweig

Aufgrund fehlender endogener Enzymausstattung im Dünnd- und nur begrenztem mikrobiellen Abbau im Dickdarm erfolgt die Hydrolyse von Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) bei den Monogastrern lediglich in geringem Ausmaß, wobei die Verdaulichkeit der NSP beim Geflügel schwächer ausgeprägt ist als beim Schwein (1). Durch die Zugabe NSP-spaltender Enzyme zum Geflügelfutter kann sie erhöht werden (2, 3). Um dies in Stoffwechselversuchen zu prüfen, erhielten je 4 Hennen pro Gruppe zu unterschiedlichem Lebensalter nachstehende Zusatzstoffe in folgender Dosierung pro kg Futter verabreicht: Gr. K: 0 (Kontrolle); Gr. E: 1500 EPU Xylanase; Gr. A: 3 mg Flavophospholipol; Gr. E/A: 1500 EPU Xylanase + 3 mg Flavophospholipol. Es wurde eine weizenbetonte Ration, die pro kg Trockensubstanz 99,2 g Gesamt-NSP, davon 84,2 g unlöslich und 48,8 g Gesamt-Arabinoxylane (AX), davon 43,0 g unlöslich, enthielt, zur freien Aufnahme gefüttert.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Verdaulichkeiten der Gesamt-NSP und -AX in der 36. und 48. Lebenswoche (LW) der Hennen dargestellt.

	Verdaulichkeit der		Gesamt-AX (%)	
	Gesamt-NSP (%)		36. LW	48. LW
36. LW	36. LW			
K	28,6 $\pm$ 1,6	21,5 <sup>b</sup> $\pm$ 2,4	30,1 $\pm$ 1,5	21,6 <sup>b</sup> $\pm$ 1,9
E	27,4 $\pm$ 2,3	27,6 <sup>a</sup> $\pm$ 3,1	29,6 $\pm$ 2,4	28,9 <sup>a</sup> $\pm$ 2,9
A	30,8 $\pm$ 5,5	27,1 <sup>a</sup> $\pm$ 1,3	31,9 $\pm$ 7,5	27,5 <sup>a</sup> $\pm$ 2,2
E/A	27,5 $\pm$ 9,4	27,6 <sup>a</sup> $\pm$ 1,3	29,1 $\pm$ 10,7	30,2 <sup>a</sup> $\pm$ 1,8
	unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen eine Signifikanz innerhalb einer Spalte ( $p < 0,05$ ; Tukey-Test)			

Die Verdaulichkeiten der Gesamt-NSP bzw. -AX in der 36. LW betrugen im Mittel 28,6 bzw. 30,2 %. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen konnten aufgrund der großen Streuungen nicht festgestellt werden. In der 48. LW waren die Verdaulichkeiten der Gesamt-NSP mit durchschnittlich 27,5 % und der Gesamt-AX mit 28,9 % in allen supplementierten Gruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant erhöht.

- (1) JØRGENSEN, H., ZHAO, X.-Q., BACH KNUDSEN, K. E., EGGUM, B. O., (1996): Br. J. Nutr. 75, 379-395
- (2) PETTERSSON, D. und ÅMAN, P., (1989): Br. J. Nutr. 62, 139-149
- (3) STEENFELDT, S., HAMMERSHØJ, M., MÜLLERTZ, A., FRIS JENSEN, J., (1998): Anim. Feed Sci. Technol. 75, 45-64

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

**37. Wirkung eines NSP- spaltenden Enzyms auf die scheinbare faecale und praecaecale Nährstoffverdaulichkeit eines Schweinemastalleinfuttermittels bei Mastschweinen** (Effects of NSP hydrolysing enzymes on apparent faecal and praecaecal digestibility of compound feed for pigs). H. Dreschel\*, W. Hackl, Margitta Beck, U. Hennig und B. Stölken - Rostock/Güldow

Der Futterwert der verschiedenen Getreidearten als Hauptrationskomponente in der intensiven Schweinefleischproduktion wird durch deren Gehalt an Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) aufgrund fehlender endogener Verdauungsenzyme bei Monogastriden negativ beeinflusst. Der Einsatz von mikrobiell erzeugten NSP- spaltenden Enzymen hat deshalb in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Für den Mastbereich liegen im Gegensatz zur Ferkelfütterung erst relativ wenige praktisch verwertbare Ergebnisse zu dieser Problematik vor. Deshalb wurde die Wirkung von NSP- spaltenden Enzymen der Fa. Novo Nordisk in Einzelfütterungs- und Verdauungsversuchen unter Institutsbedingungen sowie Feldversuchen bei Mastschweinen geprüft. Die im folgenden dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf Verdauungsversuche mit dem Enzym ZY28 (Xylanase- /  $\beta$ -Glucanase- Hauptaktivität) zur Bestimmung der faecalen und praecaecalen scheinbaren Nährstoffverdaulichkeit. Es wurde handelsübliches Schweinemastalleinfutter mit einer Enzymzulage von 300 g ZY28/t Mastfutter 1 und 200 g ZY28/t Mastfutter 2 (für die Mastabschnitte [MA] I und II) eingesetzt. Das Mischfutter hatte einen Getreideanteil von ca. 65% (Triticale, Roggen, Gerste, Weizen). In den Versuchen wurden keine speziell zusammengestellten NSP- reichen Rationen geprüft, um gezielt einen Bezug zur praktischen Schweinfütterung zu erhalten. Hierzu sind in der Literatur nur sehr wenige Angaben zu finden. Die Versuche zur Bestimmung der faecalen Verdaulichkeit wurden mit 10 bzw. 8 männlich kastrierten Masthybriden und die Bestimmung der praecaecalen Verdaulichkeit wurde mit Ileorectalanastromose (IRA) versehenen adulten Göttinger Minipigs durchgeführt. Die Tiere wurden einzeln in Bilanzkäfigen gehalten und 2x täglich rationiert gefüttert.

Die faecale und die praecaecale Rohnährstoffverdaulichkeit war durch die Enzymzulage für beide Mastabschnitte überwiegend tendentiell und teilweise signifikant erhöht.

Für die folgende Tabelle wurden die Ergebnisse für die scheinbare faecale und praecaecale Verdaulichkeit der Rohnährstoffe aus dem Mastfutter 1 (MA I) ausgewählt.

Inhaltsstoffe	scheinbare faecale Verdaulichkeit			scheinbare praecaecale Verdaulichkeit		
	VG	KG	rel. (KG=100)	VG	KG	rel. (KG=100)
Org. Substanz	<b>85,15<sup>a</sup></b> $\pm$ 1,16	<b>82,76<sup>b</sup></b> $\pm$ 1,40	<b>103</b>	76,43 $\pm$ 5,09	74,38 $\pm$ 2,18	<b>103</b>
Rohprotein	79,87 $\pm$ 2,53	77,37 $\pm$ 3,15	<b>103</b>	<b>76,80<sup>a</sup></b> $\pm$ 1,49	<b>68,36<sup>b</sup></b> $\pm$ 3,32	<b>112</b>
Rohfaser	42,50 $\pm$ 3,80	40,07 $\pm$ 3,97	<b>106</b>	22,44 $\pm$ 14,50	22,95 $\pm$ 8,54	<b>98</b>
Gesamtfett	29,34 $\pm$ 5,90	18,06 $\pm$ 9,16	<b>162</b>	<b>78,54<sup>a</sup></b> $\pm$ 2,88	<b>65,00<sup>b</sup></b> $\pm$ 0,75	<b>121</b>
NfE	<b>91,55<sup>a</sup></b> $\pm$ 0,59	<b>89,80<sup>b</sup></b> $\pm$ 0,63	<b>102</b>	79,96 $\pm$ 6,07	81,02 $\pm$ 2,01	<b>99</b>

\* verschiedene kleine Buchstaben innerhalb der Zeilen und Versuche bedeuten signifikante Unterschiede

Die faecale scheinbare Verdaulichkeit der Organischen Substanz und der NfE ist signifikant um 3 bzw. 2% erhöht. Die deutliche Verdaulichkeitserhöhung für das Fett konnte statistisch nicht gesichert werden. Hinsichtlich der praecaecalen Verdaulichkeit der Nährstoffe zeigte sich eine signifikante Erhöhung der Rohprotein- und Fettverdaulichkeit um 12 bzw. 21%. Die Verdaulichkeit der anderen Rohnährstoffe wurde nicht beeinflusst.

\* Fachbereich Agrarökologie, Institut für umweltgerechte Tierhaltung, Universität Rostock Justus- von- Liebig- Weg 8, D-18059 Rostock

**38. Untersuchungen zum Einfluss von Phytase auf die Phosphor-Verwertung bei der Legehenne bei Einsatz verschiedener Einzelfuttermittel** (Influence of phytase on phosphorus utilization in laying hens under use of different feedstuffs). Kerstin Oloffs\* und H. Jeroch – Halle (Saale)

Die in der Geflügelfütterung zum Einsatz kommenden Einzelfuttermittel weisen sowohl zwischen den verschiedenen Futtermitteln als auch innerhalb dieser eine hohe Variabilität der nativen Phytaseaktivität auf. Die futtermittelbürtige Phytase wie auch die zugesetzte mikrobielle Phytase sind von entscheidender Bedeutung für die Phosphor-Verwertung beim Geflügel, da sich im Verdauungstrakt des Geflügels nur geringe Mengen an Phytasen finden. Ziel dieser Untersuchung war es daher, an Legehennen den Einfluss einer zu verschiedenen Einzelfuttermitteln supplementierten Phytase (Natuphos, BASF) auf die Phosphor-Verwertung zu untersuchen.

Für die Versuche wurden pro Prüfvariante jeweils sechs Weiße Leghornhybriden (im Alter zwischen 32 und 40 Lebenswochen) in Einzelkäfige einer Stoffwechselanlage aufgestellt und eine 7-tägige Vor- und 5-tägige Hauptperiode durchgeführt. Geprüft wurden die sortenreinen Einzelfuttermittel Weizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer, Mais, Ackerbohne, Sonnenblumensamen sowie Rapsextraktions- schrot (RES) und Rapskuchen. Allen Testrationen wurden einheitlich 500 FTU Phytase/kg beigemengt.

	Anteil Test- Komponente	Phytase FTU/kg		P-Verwertung %	
		Nativ	+ Phytase	Ohne Phytase	mit Phytase
Weizen A	80 %	600	1230	45,7	52,2
Weizen R	80 %	780	1200	49,1	60,9
Gerste (Grete)	73 %	200	750	34,3	47,5
Roggen	80 %	3780	4290	30,1	36,2
Triticale	80 %	1430	1720	34,0	35,7
Hafer	90,6 %	70	610	19,5	32,2
Mais (Bahia)	85 %	30	580	19,0	25,0
Ackerbohne	60 %	10	450	23,6	37,3
Sonnenblume	60 %	35	540	10,0	35,7
RES	32 %	80	390	27,7	36,0
Rapskuchen	30 %	0	360	22,0	41,9

Weizen A = Alidos

Weizen R = Ritmo

Ausnahmslos konnte bei allen geprüften Einzelfuttermitteln durch die Supplementierung mikrobieller Phytase eine Steigerung in der Phosphor-Verwertung beobachtet werden. Dabei fällt die Höhe der Steigerung jedoch recht unterschiedlich aus. Die nur mit geringer nativer Phytaseaktivität ausgestatteten Sonnenblumensamen konnten bei Zusatz von Phytase Steigerungen in der Phosphor-Verwertung um 25,7 Prozentpunkte aufweisen, wohingegen eine nur unwesentliche Verbesserung bei Triticale mit hoher Eigenphytaseaktivität ermittelt wurde.

**39. Zum Einfluss von Phytaseergänzungen auf Parameter des N- und Aminosäureumsatzes beim Broilerküken** (Phytase addition and N- and AA-utilisation in broiler chickens). C.W. Lee\* und F. Liebert - Göttingen

Ausgehend von mehreren Hinweisen auf positive Wirkungen von Phytasezulagen, u.a. auf ileale N- und AS-Verdaulichkeit (z.B. NAMKUNG und LEESON 1999), sollte dieser Frage weiter nachgegangen werden. In einem ersten Versuchskomplex mit Rationen auf Mais/Soja Basis (P-Gehalt 3,88g/kg bzw. 6,5gP/kg bei Versuchsgruppe B) wurden unter Einsatz von zwei Phytasearten und – aktivitäten (Tabelle) parallel ein Kurzzeitwachstumstest (7-21.Lebenstag, 4x10 Tiere/Behandlung) sowie ein N- und P-Bilanzversuch (Sammelperiode 15.-20.Lebenstag nach 5-tägiger Vorperiode, 6Tiere/Behandlung) mit männlichen Broilerküken (Cobb 500) durchgeführt.

Am Ende des Wachstumstests wurden von 4x9 Tieren je Behandlung gepoolte Chymusproben (Indikator HCL-unlösliche Rohasche, Zusatz von 1% Celite) zur Ermittlung der ilealen AS-Verdaulichkeit herangezogen. Im parallelen Bilanzversuch wurden N-Verwertung (PNu%, standardisierte N-Aufnahme  $3500\text{mg/LM}_{\text{kg}}^{0,67}$ ) und Wirksamkeit der S-haltigen Aminosäuren nach exponentiellem N-Verwertungsmodell (LIEBERT 1995) abgeleitet, ebenso die N-Verdaulichkeit mit Hilfe der  $\alpha$ -amino-N-Methode auf Kotniveau.

	A	B	C		D		E		F	
			6,5gP/kg	500U	750U	500U	750U	500U	750U	500U
Ileale Verdaulichkeit (%)										
• Lysin	90,4	90,3	92,3	93,2	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4
• Methionin+Cystein	76,7a	82,8ab	83,2ab	84,5b	82,6ab	83,5ab	82,6ab	83,5ab	82,6ab	83,5ab
• Threonin	84,6	87,0	88,4	89,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0
N-Verdaulichkeit (%)										
PNu (%) standardisiert	80,8	84,3	82,9	83,3	83,3	83,3	83,3	84,0	84,0	84,0
Wirksamkeit Met+Cys	66,1	67,2	69,4	66,9	68,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0

\*)  $\text{bc}^{-1}$ -Werte Verwertungsmodell

Signifikante Veränderungen der untersuchten Parameter waren ausschließlich bei der ilealen Verdaulichkeit von Met+Cys bei Versuchsgruppe D für den Vergleich mit der P-Mangelgruppe A bzw. beim PNu(%) in Versuchsgruppe F, wiederum nur im Vergleich zu A, festzustellen. Alle übrigen Mittelwertunterschiede waren zufällig, nach Phytasezulage aber insbesondere die ilealen Verdaulichkeitswerte numerisch erhöht.

(1) LIEBERT, F., (1995): Arch. Anim. Nutr. 48, 319-327

(2) NAMKUNG, H. und LEESON, S., (1999): Poultry Sci. 78, 1317-1319

\* Institut für Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Emil-Abderhalden-Str. 26, D-06108 Halle (Saale)

\* Institut für Tierphysiologie und Tierernährung, Georg-August-Universität Göttingen, Kellnerweg 6, D-37077 Göttingen

**40. Wachstum und Ganzkörperzusammensetzung von Karpfen bei einer Multienzymzulage zu weizen-, Roggen- und erbsenreichen Rationen** (Growth and carcass composition of carp feeding rations with wheat, rye or pea and an addition of enzymes). D. Maaß\* und F. J. Schwarz - Freising-Weihenstephan

Nutritive Enzymzulagen zur quantitativen Ergänzung körpereigener Verdauungsenzyme bzw. vor allem zur partiellen Hydrolyse von Nicht-Stärke-Kohlenhydraten gewinnen in der Geflügel- und Ferkelfütterung zunehmend an Bedeutung. Anhand von Angaben zur Nährstoffverdaulichkeit beim Karpfen können durchaus Parallelen in den gastrointestinalen Abbauraten verschiedener Getreidearten oder von Leguminosen zwischen Monogastriden und dem Karpfen gesehen werden. Es ist daher naheliegend, die Frage zu überprüfen, inwieweit Enzymzulagen zu verschiedenen Futterrationen auch bei Karpfen die Verdaulichkeit, Leistungsmerkmale wie Wachstum und Futterverwertung oder die Ganzkörperzusammensetzung beeinflussen. Grundlage ist ein zweifaktorieller Versuch mit sechs Behandlungsgruppen, bei dem Futterrationen mit und ohne Enzymzulage bei hohen Anteilen von Weizen (55% i.d. Ration), Roggen (53% i.d. Ration) oder Erbsen (63% i.d. Ration) an Karpfen (*Cyprinus carpio L.*) im Gewichtsbereich von knapp 60g bis etwa 320g verfüttert wurden. Als Enzymzulage wurde ein Multienzymkomplex bestehend aus Amylase (12000 U/kg),  $\alpha$ -Galactosidase (7500 U/kg), Endoxylanase (1100 U/kg) und Protease in einer Gesamtmenge von 3000 mg/kg Futter gewählt. Die Rationen wurden mit einem Eiweißkonzentrat (Fischmehl, isoliertes Sojaprotein, DL-Methionin), Fettkonzentrat (Distel-, Lein- und Sojaöl) einer Mineralstoff- und Vitaminvormischung sowie Chromoxid ergänzt. Als Rohnährstoffe wurden (bezogen auf die Futter-T) 7,4% Rohasche, 39,3% Rohprotein, 6,2% Rohfett und 3,2% Rohfaser analysiert. Jede Futterration wurde an drei bzw. vier Aquarien, die mit jeweils 13 Karpfen besetzt waren, täglich über eine einheitliche Versuchsdauer von 98 Tagen in einer Menge von 2 % der Lebendmasse verfüttert. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz wurde durch die Enzymzulage tendenziell in den weizen- und roggenreichen Rationen um 2 - 4% erhöht, wobei sich im Mittel über alle Behandlungen mit bzw. ohne Enzymzulage eine Verdaulichkeit von 79,3% bzw. 77,9% errechnet. Unter Berücksichtigung der Getreide- bzw. Leguminosenzumischung wurden die weizenreichen Rationen mit einem mittleren Messwert von 80,6% etwas besser verdaulich als die roggen- bzw. erbsenreichen Rationen mit 77,8% bzw. 78,1%. Das Wachstum differenzierte sich nicht signifikant zwischen den Behandlungen, wenngleich sich das mittlere Karpfenendgewicht bei Enzymzulage zu weizen- bzw. erbsenreichen Rationen mit 330g bzw. 350g gegenüber der Kontrolle mit 304 g bzw. 333g um etwa 7%, zu roggenreichen Rationen mit 309g gegenüber 322g um etwa - 4 % unterschied. Entsprechend variierten die mittleren täglichen Zunahmen je nach Behandlung von 2,5 g (Weizen, Kontrolle) bzw. 2,8g (Weizen, Enzymzulage) bis 2,8g (Erbsen, Kontrolle) bzw. knapp 3,0g (Erbsen, Enzymzulage). Da die Futtervorlage in Abhängigkeit der Lebendmasse vorgenommen wurde, folgte die Futterverwertung in der Differenzierung weitgehend dem Wachstum. Im Mittel wurden 1,28g Futter je g Zuwachs benötigt. Die Enzymzulage hatte keinen Einfluss auf die Ganzkörperzusammensetzung. Demgegenüber waren der Trockenmasse - bzw. Gesamtfettgehalt im Karpfenganzkörper nach Verfütterung der erbsenreichen Rationen mit 26,7% bzw. 9,2% gegenüber den weizen- und roggenreichen Rationen mit 28,8% bzw. 11,5% deutlich niedriger. Die vorliegenden Versuchsergebnisse ermöglichen insgesamt noch keine eindeutige Bewertung der Bedeutung von Enzymzulagen für die Energie- und Nährstoffbereitstellung in der Karpfenernährung, wenngleich sich bei einzelnen Leistungsmerkmalen positive Effekte erkennen lassen.

\* Institut für Ernährungswissenschaften, Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München, Hochfeldweg 4-6, D-85350 Freising-Weihenstephan

**41. Der Einfluss von Futterzusätzen auf die Bioverfügbarkeit und Akkumulation von Aluminium aus dem Futter bei Wachteln und Hühnern unter besonderer Berücksichtigung von Vitamin C** (The influence of feed additives on the accumulation and bio-availability of aluminium in quails and chickens with special regard to ascorbic acid). F. Böhme\*, R. Arnold und W. A. Rambeck - Garching-Hochbrück/München

Im Gegensatz zu anderen toxischen Metallen, wie z.B. Cadmium, liegen über Aluminium noch keine Untersuchungen zur Beeinflussung der Bioverfügbarkeit und Akkumulation durch Zugabe verschiedener Vitamine (Vit C, D<sub>3</sub>, E) und Zusätze (Phytase, Bentonit, Zn) in das Futter vor. Gerade die Diskussion über die Toxizität des Aluminiums, v.a. im Zusammenhang mit der Alzheimerschen Krankheit, der erhöhten Aufnahme bei Langzeitverabreichung von Antacida sowie der auf verminderte renale Ausscheidung von Aluminium zurückzuführenden Symptome wie Demenz, Osteomalazie und Enzephalopathien bei Patienten mit chronischer Niereninsuffizienz legt es nahe, Untersuchungen auf dem Gebiet der Beeinflussung der Aluminiumakkumulation anzustellen. Bei einem ersten Versuch mit Japanischen Wachteln wurden 4 Versuchsgruppen a' 30 Tiere, deren Rationen je 25 mg Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>/kg Wachtelaufzuchtfutter zugesetzt wurde, 4 Wochen lang gefüttert. Den Gruppen 1 bis 3 wurden zusätzlich verschiedene Konzentrationen Vitamin C und Phytase in die Rationen gemischt (1. 500 mg Vit C/kg Futter; 2. 1000 mg Vit C/kg Futter; 3. 1000 U Futterungsenzym Phytase). Die vierte Gruppe blieb als Kontrolle ohne weitere Zusätze. Nach Tötung der Tiere wurden Proben aus Leber und Niere entnommen und diese unter Aufschluss mit 65%-iger Salpetersäure nass verascht. Die Aluminiumbestimmung mittels Atomabsorptionsspektrometrie zeigte eine hochsignifikante Akkumulation von Aluminium in den Gruppen 1 bis 3 in der Leber. Eine weniger deutliche aber auch signifikante Erhöhung fand sich in den Nieren der Gruppe 3. Ein anschließender Futterungsversuch wurde im Hinblick auf die Bedeutung des Aluminiumeintrages in den menschlichen Organismus über Lebensmittel an Broilern durchgeführt. 13 Gruppen a' 30 Tiere wurden mit verschiedenen Rationen gefüttert. Neben einer Kontrollgruppe mit 100 mg Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>/kg Futter wurden u.a. verschiedene Konzentrationen Vitamin C, Phytase, Vitamin E, Vitamin D<sub>3</sub> sowie Bentonit zugesetzt. Im Gegensatz zu den Wachteln zeigte sich beim Broiler eine hochsignifikante Erniedrigung der Aluminiumkonzentration in der Leber bei den Rationen mit Vitamin C-Zusatz und Phytase. Die Aluminiumkonzentrationen im Knochen waren bei allen untersuchten Broilern annähernd gleich, was darauf zurückzuführen sein kann, dass die Versuchsdauer von 5 Wochen nicht ausreicht, um eventuelle Akkumulationen sichtbar zu machen. In den Muskelproben änderte sich der Aluminiumgehalt nicht. Der Bentonitzusatz führte zu keinem Aluminiumanstieg. Zusammenfassend zeigte sich, dass tierartliche Unterschiede auftreten, die es zu beachten gilt. Der Zusatz von Vitamin C führte in geringer Dosierung v.a. bei Hühnern zu einer Reduktion der Aluminiumakkumulation von bis zu 60 %. Höhere Dosierungen deuten auf einen umgekehrten Effekt hin.

Während bei den Wachteln eine Erhöhung der Aluminiumakkumulation unter Phytasezusatz stattfand, senkte bei den Hühnern deren Zusatz ebenso wie die Zugabe von Phosphor die Aluminiumakkumulation in den Organen und Knochen um 23-76 %. Die Kombination von Vitamin C und Phytase führte zu hochsignifikanten Erhöhungen der Aluminiumakkumulation, wobei deutlich wird, dass auch gegenseitige Beeinflussungen verschiedener Futterzusätze untereinander beachtet werden müssen. Neben den Untersuchungsergebnissen der anderen Futterzusatzstoffe wie Bentonit oder Zink, die keine wesentlichen Einflüsse deutlich machen, kann bei allen verwendeten Zusätzen zusammenfassend gesagt werden, dass sie im für die menschliche Ernährung bei weitem am wichtigsten Untersuchungsmaterial, dem Muskel der Nutztiere, zu keiner Beeinflussung, vor allem nicht zu einer Erhöhung der Aluminiumakkumulation führen.

\* Zentrales Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr München, Ingolstädter Landstraße 102, D-85748 Garching-Hochbrück

42. The effects of propionic and formic acids as a blend (Lupro-Cid®) in graded dosages on the health, performance and nutrient digestibility (ileal/overall) in sows (Einfluss der Propion- und Ameisensäuredosierung (Lupro-Cid®) auf die Gesundheit, Reproduktionsleistung und Nährstoffverdaulichkeit (präzäkale/gesamt) bei Sauen). Z. Mroz\*, W. Krasucki, E. Grela, J. Matras and U. Eidelsburger - Lelystad, Lublin/Offenbach a.d. Queich

Organic acids (sole or blended) are very often supplied to weaned piglets, however their usefulness for reproductive sows as anti-microbial preservatives has been poorly investigated. Acidifying pregnancy and lactation diets for sows may diminish the risk of periparturient hypogalactia syndrome (Mroz et al., 1998). Moreover, it is not excluded that due to a lower dietary pH or buffering capacity, positive intraluminal/systemic interactions, compatibility and synergistic digestive/absorptive processes of energy or protein may occur. The objective of this experiment was to evaluate the effects of Lupro-Cid® (25% propionic acid and 75% formic acid as a blend) in graded dosages (0, 3, 6 and 9 g/kg diet) on health, performance and nutrient digestibility (ileal/overall) in sows during pregnancy and 35-day lactation. For this purpose 32 multiparous sows were selected and fed individually with practical diets (cereals, soybean meal and rapeseed meal as major ingredients) in the amount 2.2 and 5.4 kg for the pregnancy and lactation periods, respectively. The meals were given twice daily, with free access to water.

Lupro-Cid® incorporated into diets for sows during pregnancy (114 days) and lactation (35 days) did not cause any health problem neither with sows nor with their offspring, irrespective dosage (3, 6 or 9 g/kg). Performance of sows (growth, feed utilisation, litter size) was not significantly affected by the presence of Lupro-Cid® in pregnancy and lactation diets. However, we observed a tendency ( $P<0.1$ ) for an increase in milk production (by up to 0.4 kg/day) and the number of weaned piglets (by up to 0.5 piglet per litter) and the weight of weaned piglet (by 0.4 kg) in sows fed Lupro-Cid®, particularly at the dose of 6 g/kg diet. There was noted a statistically significant increase (up to 2%-units) in the apparent ileal digestibility of lysine, cystine and histidine with Lupro-Cid® in the lactation diet, particularly at the dose of 6 g/kg diet. None of the examined Lupro-Cid® doses significantly influenced digestion of proximate nutrients (CP, OM, EE, CF or NFE) or minerals (Ca and total P) as measured in the small intestine and over the total digestive tract. Nevertheless, at the presence of Lupro-Cid® the digestibility values were slightly greater, and most substantially in sows fed 6 g of Lupro-Cid® per kg diet. Lupro-Cid® exerted no significant impact on changes in the concentration of short chain fatty acids (acetic, propionic, butyric, valeric) up to the end of the small intestine, with the exception of formic acid up to the posterior jejunum. Its content was proportionally increased according to the dosages of Lupro-Cid®.

The addition of Lupro-Cid® to the lactation diet significantly increased the content of fat and long chain fatty acids (except for C18:3) in sow's milk. A preventive role of this product against periparturient hypogalactia syndrome cannot be excluded, although larger populations of animals for testing this fact would be desirable.

- (1) MROZ, Z., JONGBLOED, A.W., VREMAN, K., LANGELAAR, S. (1998): ID-DLO Report No. 99.010

\* Institute for Animal Science and Health (ID-Lelystad), Runderweg 2, 8200 AB Lelystad, The Netherlands

43. Zum Einfluß einer Mischung von Ameisensäure und Propionsäure auf Kotkonsistenz und Leistungsparameter in der Ferkelaufzucht und Schweinemast (Effects of a blend of formic and propionic acids on faecal consistency and performance in pigs from weaning to slaughter). U. Eidelsburger\*, P. P. Hoppe und G. Krennrich - Offenbach a.d. Queich

Die Durchfallprophylaxe ist einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren in der Ferkelaufzucht. Der Zusatz organischer Säuren wirkt sich hierauf nachweisbar positiv aus (siehe EIDELSBURGER, 1998). In der Schweinemast wird diese Thematik jedoch oftmals unterschätzt. Deshalb wurde im vorliegenden Versuch der Einfluss einer Säuremischung (Lupro-Cid®, 75 % Ameisensäure, 25 % Propionsäure) auf Kotkonsistenz und Leistung in der Ferkelaufzucht und Schweinemast untersucht.

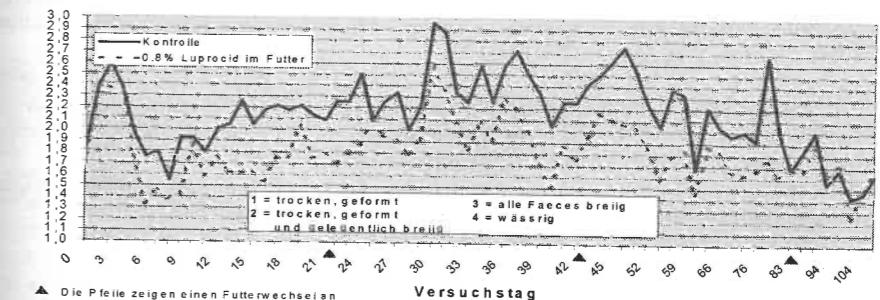
Insgesamt 48 Börge (BHZP-Sauen x Pietrain, mittlere LM 7,5 kg) wurden einzeln aufgestellt und gleichmäßig auf die Behandlungen (Negativkontrolle, Säuremischung 0,8 %) verteilt. Die Fütterung erfolgte ad libitum und war in die vier Phasen Prestarter (Tag 1-21), Ferkelaufzuchtfutter (Tag 22-42), Vormast (Tag 43-83) und Endmast (Tag 84-113) unterteilt. Die Kotkonsistenz wurde täglich für jedes Einzeltier nach einer Skala von 1-4 bewertet (Siehe Abbildung 1). Die Leistungsdaten wurden varianzanalytisch ausgewertet, für die Bewertung der Kotkonsistenz wurden univariante und multivariate Iterationsverfahren verwendet.

Der Zusatz der Säuremischung verbesserte in der Ferkelaufzucht (Tag 1-42) die täglichen Zunahmen um 9,6 % (481 vs. 439 g) und die Futterverwertung um 6,9 % (1,67 vs. 1,79). In der Vormast (Tag 43-86) waren die täglichen Zunahmen tendenziell ( $p<0,07$ ) durch die Säurezulage von 1032 g auf 1071 g erhöht (+3,8 %), die Futterverwertung war um 2,2 % verbessert. In der Endmast war kein Einfluss nachweisbar bei einem hohen Zunahmeniveau von jeweils 1028 g/Tag.

Während des gesamten Versuches fluktuierten die Werte für die Kotkonsistenz unerwartet stark. Die Kotkonsistenz war durch die Säuremischung während der Ferkelaufzucht und Vormast nachweisbar verbessert (siehe Abbildung 1). Ein zeitlicher Zusammenhang zwischen Futterwechsel und Verschlechterung der Kotkonsistenz war nicht erkennbar.

Die ermittelten Ergebnisse belegen den prophylaktischen Effekt der Säuremischung aus Ameisen- und Propionsäure gegenüber Verdauungsstörungen in der Ferkelaufzucht und der Vormast. Im gleichen Versuchszeitraum waren auch die tierischen Leistungen positiv beeinflusst.

Abbildung 1: Einfluß einer Säuremischung auf die Kotkonsistenz von Ferkeln (Tag 1-42) und Mastschweinen (Tag 43-113)



EIDELSBURGER, U., 1998: Recent Advances in Animal Nutrition (eds.: P.C. Garnsworthy, J. Wiseman), Nottingham University Press, pp. 93-106.

\* BASF Aktiengesellschaft, Forschungsstation Ernährung, Neumühle 13, D-76877 Offenbach a.d. Queich

**44. Zur Wirkung eines Probiotikums (*Bacillus cereus*) auf die Leistung von Mastbüffeln**  
(Efficacy of a probiotic (*Bacillus cereus*) on the performance of fattening bulls) R. Daenicke\*, und F. Garza – Braunschweig

In Fortführung früherer Arbeiten unseres Instituts zum Einsatz von Probiotika in der Rindermast (1,2) wurde ein weiterer Versuch durchgeführt, der zum Ziel hatte, die Wirkung eines sporenbildenden Bakteriums (*Bacillus cereus*, Handelsname: Paciflor) auf die Futteraufnahme sowie die Mast- und Schlachtleistung von Jungbüffeln zu untersuchen.

Für den Versuch wurden 64 betriebseigene männliche Kälber der Rasse Deutsche Holstein bei gleicher Haltung und Fütterung bis zu einer Lebendmasse von etwa 185 kg aufgezogen. Zu Beginn des Bullenmastversuches wurden nach dem Zufallsprinzip – unter Berücksichtigung des Alters und der Lebendmasse – zwei gleiche Gruppen von je 32 Tieren gebildet. Das Versuchsende war beim Erreichen einer Lebendmasse von etwa 550 kg festgelegt. Gruppe A diente als Kontrolle, in Gruppe B wurden im Laufe der Mastperiode von 90 mg auf 180 mg ansteigende Mengen an Paciflor je Tier und Tag verabreicht (=  $0,9 \times 10^9$  bis  $1,8 \times 10^9$  KBE). Sämtliche Tiere erhielten bei Einzelfütterung im Mittel der Mastperiode 1,8 kg Kraftfutter je Tag sowie Maissilage (33 %) zur freien Aufnahme. In der Kontrollgruppe mussten zwei Bullen wegen chronischer Gelenkentzündung bzw. starker Lahmheit aus dem Versuch genommen und notgeschlachtet werden. Für die Auswertung wurden in dieser Gruppe demzufolge nur 30 Tiere herangezogen.

Die über den Lebendmasseabschnitt 187 – 555 kg erzielten mittleren Mastleistungsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Gruppe	A (Kontrolle)	B ( <i>Bac. cereus</i> )
Kraftfutter (kg T/Tag)	$1,59 \pm 0,04$	$1,61 \pm 0,02$
Maissilage (kg T/Tag)	$6,21 \pm 0,38$	$6,27 \pm 0,35$
LM-Zunahme (g/Tag)	$1424 \pm 163$	$1473 \pm 119$
ME/Zunahme (MJ/kg)	$63,2 \pm 6,4$	$61,5 \pm 4,5$

Ein Unterschied im Silageverzehr war nicht zu verzeichnen. Hinsichtlich der Lebendmassezunahme und des Energieaufwandes für den Zuwachs ergaben sich nur in der Tendenz Effekte von 3,4 % bzw. 2,7 % zugunsten der Probiotika-Gruppe ( $P > 0,05$ ).

In der Schlachtausbeute zeigte sich mit 52,5 % in der Kontrollgruppe und 52,7 % in der Versuchsgruppe kein Unterschied. Als Kriterium für den Fettgehalt der Tier- bzw. Schlachtkörper wurde das gesamte Bauchhöhlenfett erfasst. Hierbei ergab sich in der Paciflor-Gruppe mit 49,9 kg tendenziell ein höherer Wert als mit 46,7 kg in der Kontrollgruppe ( $P > 0,05$ ).

Weitere Untersuchungen zur Verifizierung der Ergebnisse und zur Aufklärung des Wirkmechanismus von *Bacillus cereus* beim wachsenden Wiederkäuer sind erforderlich.

- (1) DAENICKE, R., LEBZIEN, P., (1994): VDLUFA-Schriftenreihe 38, Kongressband 1994, S. 789-792  
 (2) DAENICKE, R., LEBZIEN, P., FLACHOWSKY, G., (1995): Proc. 5. Symp. „Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier“, Jena, 28./29. Sept. 1995, S. 534-538

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

**45. Toyocerin in der Kälberaufzucht** (Toyocerin in the rearing of calves). H.-J. Löhner, W.I. Ochrimenko und J. Bargholz - Jena

Immer mehr Antibiotika, die in der Jungtieraufzucht mit sehr guten Erfolgen eingesetzt wurden, dürfen aus Gründen des vorbeugenden Verbraucherschutzes in Deutschland nicht mehr als Zusatzstoffe in Futtermitteln verwendet werden. Deshalb werden in der Tierernährung zunehmend zur Unterstützung des mikrobiellen Gleichgewichts im Verdauungstrakt der Tiere und zur Absicherung hoher Leistungen Probiotika (Milchsäurebakterien, *Bacillus*-Sporen, Hefen) eingesetzt.

In einem Einzelsüttungsversuch mit 40 Kälbern wurde die Wirkung des Probiotikums Toyocerin (B. toyoi:  $1 \times 10^9$  KBE/kg Futter) vergleichend gegenüber unbehandelten Kälbern auf Futteraufnahme, Lebendmassezunahme, Tiergesundheit und ausgewählte Blutparameter geprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass Toyocerin keinen signifikanten Effekt auf die Futteraufnahme ausübt. Die Tiere mit Toyocerin verzehrten im Trend ca. 3 % mehr Trockensubstanz gegenüber den unbehandelten Kälbern (1.-112. Versuchstag). Die tägliche Zunahme konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe durch den Toyocerin-Einsatz um 6 % gesteigert werden ( $p > 0,05$ , Tab.).

**Mittlere tägliche Aufnahme an Trockensubstanz, Rohprotein, Energie und mittlere Lebendmassezunahme sowie Aufwandsdaten der Kälber (1. - 112. Versuchstag; alle Parameter:  $p > 0,05$ )**

Gruppe Präparat Dosierung	1 Toyocerin $1 \times 10^9$ KBE/kg Futter	2 ohne -
Aufnahme (je Tier und Tag)		
Trockensubstanz (kg)	$2,303 \pm 0,229$	$2,244 \pm 0,254$
Rohprotein (g)	$466 \pm 47$	$457 \pm 52$
Umsetzbare Energie (MJ ME)	$28,59 \pm 2,70$	$27,99 \pm 3,03$
Lebendmassezunahme (g/Tier/Tag)	$942 \pm 122$	$887 \pm 151$
Aufwand (je kg LMZ)		
Trockensubstanz (kg)	$2,445 \pm 0,149$	$2,530 \pm 0,211$
Rohprotein (g)	$495 \pm 33$	$515 \pm 43$
Umsetzbare Energie (MJ ME)	$30,35 \pm 1,99$	$31,56 \pm 2,75$

Dabei wurden die deutlichsten Effekte auf die Lebendmassezunahme innerhalb der ersten 28 Tage gemessen (17 %). In diesem Zeitraum wurde die Durchfallhäufigkeit durch Toyocerin um 12 % gesenkt. Dies weist auf eine Stabilisierung des Fließgleichgewichts der Darmflora der Kälber durch B. toyoi hin, da insbesondere Störungen innerhalb der ersten Aufzuchttage entgegengewirkt werden konnte.

Die Unterschiede waren aufgrund der begrenzten Tierzahl nicht signifikant. Bei verschiedenen Blutparametern ist ein nichtsignifikanter Einfluss des Alters der Kälber erkennbar. Durch Toyocerin wurden keine bedeutenden Änderungen der Blutparameter festgestellt. Alle geprüften Blutparameter befinden sich in dem für Kälber dieser Altersgruppe angegebenen Normbereich.

\* Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, D-07743 Jena

**46. Endotoxingehalte im Plasma von Absetzferkeln unter dem Einfluß einer experimentellen Infektion mit *Salmonella derby*** (Endotoxin levels in plasma of weaned piglets under the influence of an experimental infection with *Salmonella derby*). Claudia Rade, Diane Hebeler und J. Kamphues – Hannover

Bakterielle Endotoxine werden aufgrund ihrer proinflammatorischen Wirkung als wichtiger pathogenetischer Faktor bei systemischen Infektionen mit grammnegativen Bakterien bzw. Toxinämien diskutiert. Eine Korrelation zwischen dem Endotoxingehalt im peripheren Blut und dem klinischen Verlauf wäre daher von besonderem diagnostischen Interesse. Dies scheitert jedoch häufig schon an der Bewertung der gemessenen Werte, da die Angaben zu „normalen“ und „abweichenden“ Werten in der Literatur stark schwanken („pyogene Schwellen“ beim Menschen: 0,1 EU/ml; „gesunde“ Schlachtschweine (n=12): 1,93 EU/ml, nach „Transportstreß“ (n=38): 3,56-4,93 EU/ml [SEIDLER et al. 1997]).

In Fortsetzung früherer Untersuchungen (KAMPHUES et al. 1998) mit dem chromogenen Limulus-Amöbozyten-Lysat-Test wurden in EDTA-Plasma-Proben (Inkubation im Wärmeschrank, 1fache Messung in Duplikaten) bei 6 klinisch gesunden Absetzferkeln im peripheren Blutkreislauf (V. jugularis)  $1,04 \pm 0,79$  EU/ml ermittelt, wobei diese Endotoxingehalte im Vergleich zu „Normal“-werten von Schlachtschweinen (s.o.) niedriger lagen. Durch Veränderungen und weitere Optimierung der Methode (Li-Heparin-Plasma, Inkubation im Wasserbad, 2- bzw. 3fache Messung in Duplikaten) konnten bei ebenfalls klinisch gesunden Absetzferkeln (n=6) in Plasmaproben der V. jugularis mit  $0,15 \pm 0,11$  EU/ml noch deutlich geringere Endotoxininkonzentrationen bestimmt werden. Diese können vorläufig als „Normwerte“ für klinisch gesunde Absetzferkel angesehen werden, wenn auch beim Vergleich mit Literaturwerten die häufig unterschiedliche Darstellung von Messwerten zu berücksichtigen ist (Angabe in Endotoxineinheiten (EU/ml), teils aber auch in pg/ml [1 EU je nach verwendetem Standardendotoxin 100-200 pg]).

Mit der optimierten Meßmethode wurden ebenfalls Plasmaproben eines Versuches, in dem Absetzferkel (n=20) mit *Salmonella derby* infiziert und zum Abschluss des Versuches getötet wurden, untersucht, sodass auch Plasmaproben aus dünndarm- und colondrainierenden Blutgefäßen zur Verfügung standen. Die Endotoxingehalte im Plasma dieser infizierten Schweine in Abhängigkeit von der Lokalisation der Probennahme zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Endotoxingehalt (EU/ml) im Plasma der V. jugularis sowie einer dünndarm- bzw. colondrainierenden Vene von experimentell mit *Salmonella* (S.) derby infizierten Absetzferkeln (Mittelwerte und Standardabweichungen)

	V. jugularis	Dünndarm-Vene	Colon-Vene
S. derby, klinisch symptomlos (n=20)	$0,60 \pm 0,45$	$0,73 \pm 0,47$	$0,67 \pm 0,56$

Diese Versuchstiere wiesen signifikant ( $p \leq 0,05$ ) höhere Endotoxingehalte im peripheren Blutkreislauf auf als die nach gleicher Methodik untersuchten nicht infizierten Tiere (siehe oben). Trotz großer individueller Unterschiede ergab sich hier eine deutliche Korrelation der Endotoxinspiegel im Plasma unterschiedlicher Lokalisationen für die einzelnen Tiere (Jugularis-Dünndarm:  $r = 0,79$ ; Jugularis-Colon:  $r = 0,87$ ). Tendenziell waren die höchsten Endotoxininkonzentrationen in den Dünndarmgefäßen messbar. Dies wäre ein Indiz für eine verstärkte Endotoxinabsorption aus dem Dünndarm im Falle einer erhöhten enteralen Anflutung (z.B. bei Infektion) im Gegensatz zum Dickdarm (mit permanent hohem Endotoxingehalt im Chymus durch die grammnegative Intestinalflora) hin, wobei die Endotoxingehalte im Plasma aus Colon- und peripheren Gefäßen sich statistisch nicht unterschieden.

(1) KAMPHUES et al., (1998): Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, 359-360

(2) SEIDLER et al., (1997): Proc. Endotoxinassoziierte Erkrankungen, Leipzig 6./7.12.1997, 57-60

\* Institut für Tierernährung der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

**47. Effekt von Huminsäuren auf Gesundheit und Leistungsparameter von Absetzferkeln** (Effect of humic acids on health state and performance of weaners) Annette Schuhmacher\* und J. M. Gropp – Leipzig

In 2 Ferkelaufzuchtversuchen wurde der Effekt von Huminsäurepräparaten (0,4 % unbehandelte bzw. aktivierte Huminsäure) auf die Diarrhoe-Inzidenz und die zootechnischen Parameter über 35 (Versuch I) bzw. 42 (Versuch II) Tage verfolgt. Zur Überprüfung des potentiellen Huminsäure-Effekts wurden in Versuch I (V I) bzw. Versuch II (V II) jeweils 96 frisch abgesetzte Ferkel (5 bzw. 4 Wochen alt) mit einer Lebendmasse von 10,1 bzw. 8,3 kg zu Versuchsbeginn jeweils am 7. Versuchstag, in Versuch II zusätzlich am 8. Versuchstag, mit  $10^{11}$  bzw.  $10^{12}$  E.coli-Keimen/Tier oral infiziert. Außerdem wurde der Rohproteingehalt im Futter auf rechnerisch 21,0 % RP (1,2 % Lys; 0,73 % Met+Cys; 0,78 % Thr; 13,75 MJ ME/kg) eingestellt, um infolge erhöhter Säurebindungs-kapazität die Vermehrung der E.coli zu fördern.

In beiden Versuchen konnte kein eindeutiger Effekt der Huminsäure-Ergänzung auf Wachstum und Futterverwertung der Ferkel beobachtet werden ( $p > 0,05$ ).

Obschon die orale Applikation von E.coli nicht das typische Krankheitsgeschehen ausgelöst hatte, wiesen die Ferkel, die aktivierte Huminsäuren erhalten hatten, im Vergleich zu den Kontrolltieren numerisch einen niedrigeren Diarrhoe-Score (0,55 vs 0,72 bzw. 0,70 vs 0,86 in V I bzw. II) und eine signifikant ( $p < 0,05$ ) kürzere Diarrhoeedauer (11,4 vs 14,8 d bzw. 20,5 vs 15,4 d in V I bzw. II) auf. Die Wirkung der unbehandelten Huminsäuren auf das Durchfallgeschehen war weniger ausgeprägt.

Gruppe	Kontrolle	unbehandelte Huminsäure	aktivierte Huminsäure
	Huminsäuren [% im Futter]	---	0,4
<b>Versuch I - Tierzahl</b>	<b>16 x 2</b>	<b>16 x 2</b>	<b>16 x 2</b>
Lebendmasse [kg]			
bei Versuchsbeginn	$10,1 \pm 1,7$	$10,1 \pm 1,6$	$10,1 \pm 1,7$
bei Versuchsende (35 d)	$26,2 \pm 3,5$	$26,0 \pm 3,5$	$26,2 \pm 3,1$
Lebendmassezunahme [g/d]	$474 \pm 40$	$467 \pm 36$	$475 \pm 40$
Futterverzehr [g/d]	$697 \pm 75$	$698 \pm 64$	$696 \pm 71$
Futterverwertung [g/kg]	$682 \pm 27$	$670 \pm 27$	$683 \pm 29$
Diarrhoe-Score (über 25 d) <sup>1)</sup>	$0,72 \pm 0,29$ a	$0,72 \pm 0,34$ a	$0,55 \pm 0,22$
Tags mit veränderter Kotkonsistenz	$14,8 \pm 5,4$ a	$14,3 \pm 5,4$ ab	$11,4 \pm 3,9$
<b>Versuch II - Tierzahl</b>	<b>16 x 2</b>	<b>16 x 2</b>	<b>15 x 2<sup>2)</sup></b>
Lebendmasse [kg]			
bei Versuchsbeginn	$8,3 \pm 1,1$	$8,3 \pm 1,3$	$8,3 \pm 1,2$
bei Versuchsende (42 d)	$25,7 \pm 3,3$	$25,3 \pm 3,5$	$23,9 \pm 3,7$
Lebendmassezunahme [g/d]	$414 \pm 48$	$404 \pm 48$	$371 \pm 67$
Futterverzehr [g/d]	$641 \pm 71$	$634 \pm 79$	$576 \pm 85$
Futterverwertung [g/kg]	$647 \pm 30$	$639 \pm 24$	$642 \pm 44$
Diarrhoe-Score (über 31 d) <sup>1)</sup>	$0,86 \pm 0,33$ a	$0,68 \pm 0,23$ a	$0,70 \pm 0,39$ a
Tags mit veränderter Kotkonsistenz	$20,5 \pm 6,2$ a	$17,6 \pm 5,8$ ab	$15,4 \pm 6,0$

<sup>1)</sup> 0 = normal; 1 = breiig; 2 = dünnbreiig; 3 = wässrig;

<sup>2)</sup> 2 Ferkel verendet (Salmonellose)  
Werte in einer Reihe mit unterschiedlichen Buchstabenindices differieren signifikant mit  $p < 0,05$   
(U-Test nach Wilcoxon, Mann and Whitney)

In der eingesetzten Dosierung (0,4 % im Futter) scheinen Huminsäuren einen positiven Effekt auf Kotkonsistenz und Diarrhoeedauer nach bakterieller Belastung auszuüben, nicht jedoch auf die Leistungsparameter von Absatzferkeln.

\* Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Gustav-Kühn-Straße 8, D-04159 Leipzig

**48. Bioschweinehaltung in Österreich - Fütterung in der Schweinemast** (Pig production on organic farms in austria - feeding of fattening pigs) Elisabeth Wagner\*, Christine Iben, T. Gruber und J. Baumgartner- Wien

In Österreich gibt es derzeit 18933 geförderte Biobetriebe, das sind 8,9% aller Betriebe mit landwirtschaftlich genutzter Fläche. 9297 Biobetriebe halten insgesamt 39390 Schweine, das ist etwa 1% aller in Österreich gehaltenen Schweine (EDER et al., 1999). Seit 1991 ist die Tierhaltung in der biologischen Landwirtschaft in Österreich durch das österreichische Lebensmittelbuch (Kapitel A8, Teilkapitel B) rechtlich geregelt. Darin sind unter anderem Erzeugervorschriften bezüglich Haltung, Fütterung, Gesundheitsbetreuung und Produktkennzeichnung festgelegt. Am 24.8.1999 trat die Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 in Kraft, dadurch verlieren die Erzeugervorschriften des Österreichischen Lebensmittelbuches ab 24.8.2000 ihre Gültigkeit. Die Fütterung in der Schweinehaltung innerhalb der biologischen Landwirtschaft wurde im Rahmen eines Projekts mittels einer Feldstudie mit Verlaufskontrolle erhoben. Die Betriebe wurden von den Erzeugerverbänden ausgewählt. Die Betriebsleiter wurden mit Hilfe von Checklisten über Fütterung, Haltung, Management, Hygiene, Leistungen...befragt. Von 47 untersuchten Biobetrieben mit Mastschweinehaltung hielten 19 Betriebe weniger als 50 Mastschweine, 9 Betriebe hatten 50-100 Mastschweine, jeweils 8 Betriebe hielten 101-150 bzw. 151-200 Masttiere und 3 Betriebe hatten mehr als 200 Mastschweine. Die Schweine wurden in Einraum- und Mehrraumtiefstreibuchten gehalten. Ein geringer Prozentsatz wurde auch in Teilpaltenbuchten, in dän. Buchten und in Einzelbuchten gehalten. Der Großteil der Betriebe fütterte restaktiv, 29 Betriebe legten 2 mal, 2 Betriebe 1 mal, 1 Betrieb 3 mal pro Tag Futter vor. 1 Betrieb hatte eine computergesteuerte Futterzuteilung (mehr als 3 mal pro Tag). In 12 Betrieben wurde von Mastbeginn bis Mastende ad libitum gefüttert. In 2 Betrieben wurden die Schweine in der Vormast ad libitum und in der Endmast restaktiv gefüttert. 25 Rationen konnten von den Betriebsleitern in Erfahrung gebracht werden. Die Rationen wurden mit Hilfe des Computerprogrammes Hybrimin® berechnet. Folgende Sollwerte wurden den Berechnungen zugrunde gelegt: Trockensubstanz (TS) 88%; umsetzbare Energie (ME) 12,6 MJ; Rohprotein (Rp) 17 %, Lysin 0,9 %; Methionin+ Cystin 0,54 %; Rohfaser (Rfa) max 6 %; Ca 0,8 %; P 0,6 %; Na 0,15 %. **Die Rationsberechnung ergab:** Der Rp-Gehalt war in 44 % der Betriebe zu niedrig, der Lys-Gehalt und der Met+Cys-Gehalt in 40 % der Betriebe, der Ca-Gehalt in 76 % der Betriebe, der P-Gehalt in 72% und der Na-Gehalt in 44 % zu niedrig. Die Tabelle zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen. Als Eiweißquellen wurde Kartoffeleiweiß, Rapskuchen, Kürbiskernkuchen, Sonnenblumenkuchen, Agenaprotein, Vollsoja und die Leguminosen Ackerbohnen und Erbsen verwendet.

		Mittelwert	Standardabweichung	min	max
Trockensubstanz %	25	86,94	1,33	83,57	88,24
umsetzbare Energie	25	12,97	0,33	12,37	13,73
Rohprotein %	25	16,77	2,50	12,22	19,72
Lysin %	25	0,94	0,22	0,53	1,27
Met+Cys. %	25	0,57	0,11	0,40	0,75
Rohfaser %	25	4,39	0,69	3,33	6,57
Ca %	25	0,57	0,33	0,07	1,14
P %	25	0,49	0,12	0,32	0,69
Na %	25	0,13	0,08	0,02	0,25

EDER, M., KIRNER, L., SCHNEEBERGER, W., (1999): Der Förderungsdienst. 47. Jahrgang, Heft 1/99, 1-6

\* Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

**49. Zur Vitamin- und Mineralstoffversorgung in der ökologischen Schweinemast.**

**1. Produktionsergebnisse sowie Nährstoff- und Fettsäurenzusammensetzung des Fleisches nach Verabreichung von ökologischem Futter mit oder ohne Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen und mit oder ohne Zugang zu Gras im Vergleich zu konventioneller Haltung** (On the supply of vitamins and minerals in the ecological production of growing pigs. 1. Results on performance and composition of nutrients and fatty acids in meat after feeding ecological feed with or without supply of vitamins and minerals and with or without access to grass compared to conventional rearing). Kirsten Jakobsen\* und S. K. Jensen – Foulum

In der ökologischen Produktion von Mastschweinen muss sowohl ökologisch angebautes Futter als auch Zugang zu Outdoorflächen und Rauhfutter vorhanden sein. Vitamine und Mineralstoffe dürfen zugesetzt werden um Mängelscheinungen zu vermeiden, aber es wird behauptet, dass Zusatz nicht notwendig ist. In einer Reihe von Untersuchungen soll die Fragestellung beleuchtet werden, ob im Freien gehaltene Schweine ihren Bedarf durch die im Futter natürlich vorkommenden Vitamine und Mineralstoffe und durch das Wühlen in der Erde decken können.

Die Untersuchungen wurden mit insgesamt 40 männlichen Tieren (LxYxD, 8 Würfe je von 5 Tieren) aus einem ökologischen Betrieb durchgeführt. Die Ferkel wurden im Alter von 8 Wochen abgesetzt und auf 5 Versuchsgruppen verteilt, die bis 100 kg Lebendgewicht gefüttert wurden. Die Gruppen 1, 2 und 3 wurden nach Foulum gebracht, wo sie im Stall gefüttert wurden. Gr. 1 erhielt konventionelles Futter mit Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen nach dänischen Bedarfsnormen. Gr. 2 erhielt ökologisches Futter mit demselben Vitamin- und Mineralstoffzusatz wie Gr. 1, während Gr. 3 ökologisches Futter ohne Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen erhielt. Die Schweine der Gr. 4 und 5 blieben auf dem Hof und wurden auf Gras mit ökologischem Futter mit (Gr. 4) oder ohne Zuschuss (Gr. 5) ausgemästet. Zuwachs und Futterverbrauch wurden alle 14 Tage gemessen. Beim Schlachten wurde die Fettsäurenzusammensetzung des Schinkenmuskels Biceps Femoris bestimmt. Die Produktionsergebnisse gehen aus der folgenden Tabelle hervor:

Gruppe	1	2	3	4	5	Signifikanz
Futter	Konv.	Öko.	Öko.	Öko.	Öko.	
Vit.+Min.	+	+	-	+	-	
Haltung	Stall	Stall	Stall	Weide	Weide	
Anzahl	8	8	7	8	8	
Absetzen, kg	17,5	17,8	16,7	18,5	17,3	NS
Schlachten, kg	101,1	98,3	92,8	98,0	92,4	NS
Tägl. Zuwachs, g	859 <sup>a</sup>	811 <sup>ab</sup>	688 <sup>c</sup>	805 <sup>ab</sup>	750 <sup>bc</sup>	p<0,01
Futterverwertung (kg/kg Zuwachs)	2,01	2,31	2,22	2,47	2,64	-

Die Schweine, die mit ökologischem Futter und Indoor gefüttert wurden (Gr. 3), hatten den niedrigsten Zuwachs, und ein Schwein musste wegen Kümmerns getötet werden. Gr. 1 hatte die höchste Fett- und Fettsäurenkonzentration der Gruppen. Die im Freien gehaltenen Schweine hatten eine höhere Konzentration an Linol- und Linolensäure sowie an übrigen n-3 Fettsäuren als die im Stall gehaltenen Schweine, aber n-6/n-3 war nur wenig beeinflusst (10,8 vs. 9,6). Dagegen hatte Gr. 1 wegen der Zusammensetzung des Futters ein n-6/n-3 Verhältnis von 2,4. Viele der Konzentrationen an individuellen Fettsäuren waren durch den Zusatz an Vitaminen und Mineralstoffen beeinflusst.

\* Abteilung für Tierernährung und Physiologie, Dänisches Institut für Agrarwissenschaft, Forschungszentrum Foulum, Postbox 50, DK-8830 Tjele

**50. Einfluss einer phosphorarmen Fütterung und einer Fütterung mit Säurezusatz auf den Knochenmetabolismus beim Schwein** (Influence of phosphorus deficient and acidified diet on bone metabolism in pigs) Annette Liesegang\*, Riccarda Ursprung, J. Gasser, Michaela Kneissel, J.-L. Riond und M. Wanner - Zürich/Basel

Der Knochenmetabolismus kann bei verschiedenen Spezies (Mensch, Affe, Pferd, Rind, Schaf, Ratte, Maus) anhand von Kollagenaufbau- bzw. Kollagenabbauprodukten objektiviert werden. Eine weitere Methode, um den Knochenmetabolismus zu überprüfen, ist die periphere quantitative Computertomographie (pQCT). Mittels dieser Methode können die Mineralstoffdichten im Knochen bestimmt werden. Das Ziel dieser Arbeit war es, die Wirkung eines tiefen Phosphorgehaltes alleine und kombiniert mit einem Säurezusatz auf den Knochenmetabolismus des abgesetzten Ferkels zu untersuchen. Diese Fragestellung hat sich aus der Beobachtung ergeben, dass auf Betrieben, die Schweine rein vegetarisch mit einer phosphorarmen Diät füttern, vermehrt Störungen des Knochenstoffwechsels aufgetreten sind.

Der Knochenstoffwechsel wurde anhand von Knochenmarkern, die im Urin und Blut nachgewiesen wurden, verfolgt. Diese Daten konnten anhand der Bestimmung des Knochenmineralstoffgehaltes des Femurs mit pQCT verglichen werden. Als Marker für die Knochenformation wurde die knochenspezifische alkalische Phosphatase (bAP) im Serum mittels eines Enzyms Immuno Assays (EIA) analysiert. Hydroxyprolin wurde im Harn als Knochenresorptionsmarker mittels einer kolorimetrischen Messung bestimmt. Des Weiteren wurden die scheinbare Verdaulichkeit des Phosphors und des Kalziums berechnet. Die Untersuchung wurde mit 18 Schweinen durchgeführt, die in 3 Gruppen à 6 Tieren eingeteilt wurden. Während 6 Wochen wurden drei verschiedene Futter verabreicht: ein phosphorarmes (Phosphor: 0,37 % in TS) Futter, ein phosphorarmes Futter (Phosphor: 0,37 % in TS) mit Fumarsäurezusatz (2 %) und ein Kontrollfutter (Phosphor: 0,65 % in TS). Blut- und Harnproben wurden wöchentlich entnommen. Kot wurde in der dritten, vierten und fünften Woche jeweils an drei aufeinanderfolgenden Tagen gesammelt.

Hydroxyprolin zeigte einen signifikanten Anstieg von der ersten bis zur dritten Blutentnahme (zweite Woche). Die Konzentrationen fielen danach wieder auf ein Niveau wie zu Beginn des Versuchs ab. Zwischen den verschiedenen Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied gezeigt werden. Die bAP-Aktivitäten blieben während der 6-wöchigen Fütterung ohne signifikante Schwankungen. Auch bei diesem Parameter gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Verdaulichkeit des Phosphors und des Kalziums war zwischen den einzelnen Zeitpunkten nicht verschieden. Im Gegensatz dazu konnten signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen in Bezug auf den Knochenmineralstoffgehalt und den Knochendurchmesser festgestellt werden. Die totale Mineralstoffdichte, die kortikale Dicke und die kortikale Mineralstoffdichte waren in den beiden anderen Gruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant erniedrigt.

Obwohl die Knochenmineralstoffdichte in den Gruppen, welche phosphorarmes Futter erhielten, erniedrigt war, konnten keine erhöhten Hydroxyprolinkonzentrationen in diesen beiden Gruppen festgestellt werden. Hydroxyprolin ist nicht sehr spezifisch für das Bindegewebe des Knochens. Im Zusammenhang mit den Knochendichtemessungen muss jedoch das unterschiedliche Gewicht und die verminderte Fresslust in der Gruppe, welche einen Fumarsäurezusatz erhielt, erwähnt werden. Die Knochenformationsmarker blieben während des Versuchs unverändert. Diese Ergebnisse zeigen, dass bei phosphorarmer Diät die Knochendichte deutlich abnimmt. In der Praxis sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass bei einer phosphorarmen und rein vegetarischen Fütterung Phytase zugesetzt werden sollte, um das Phosphat besser verfügbar zu machen.

\* Institut für Tierernährung, Universität Zürich, Winterthurerstr. 260, CH-8057 Zürich

**51. Proteinspareffekt von Avilamycin in der Ferkelaufzucht** (Protein sparing effect of Avilamycin in piglet rearing period) Annette Schuhmacher\*, C. Geißler, St. Engelreth und J. M. Gropp - Leipzig

An 96 frisch abgesetzten Ferkeln mit einer Lebendmasse (LM) von 10,8 kg zu Versuchsbeginn wurde der Effekt von Avilamycin auf die zootechnischen Parameter in der Ferkelaufzuchtpériode (bis etwa 35 kg LM) überprüft. Ausgehend von einer Kontrollration mit Leistungsvermittler wurde der Rohprotein-(RP)-Gehalt um 3 % reduziert; während in Futtermischung (2) die limitierenden Aminosäuren (AS) optimal ergänzt wurden, erfolgte in den Rationen (3) und (4) bzw. (5) und (6) ein AS-Zusatz von 66 % bzw. 33 % der in Futter (2) vorgenommenen Ergänzung. Die Basalmischung bestand aus variierenden Anteilen an Weizen (33,5-47,5 %) und Sojaschrot (11,6-25,4 %) sowie konstanten Mengenteilen an Gerste (20 %), Roggen 20 % Rohprotein, 1,15 % Lysin, 0,70 % Methionin+Cystin, 0,71 % Threonin sowie 14,0 MJ ME/kg einem Ferkelaufzuchtfutter I nach Normtyp.

Die RP-reduzierte Gruppe (2) erreichte am frühesten (nach 47,3 d) eine LM von etwa 35 kg; diese Überlegenheit dokumentiert sich entsprechend auch in der Lebendmassezunahme (LMZ, 504 g/d) und der Futterverwertung (FVW, 572 g LMZ/kg FVZ) bzw. im Futteraufwand (FAW, 1,75 kg FVZ/kg LMZ). Die Gruppierungen (1) bzw. (4) erreichten aufgrund der niedrigeren LMZ (482 bzw. 502 g/d), bei einer FVW (FAW) von 551 bzw. 552 g LMZ/kg FVZ (1,82 bzw. 1,81 kg FVZ/kg LMZ) erst 2 Tage später (nach 49 d) das Versuchsendgewicht von 35 kg. Die Avilamycin-freie Gruppe (3) zeigte mit 466 g LMZ/d (-7 %) bzw. 528 g LMZ/kg FVZ (-4 %) deutlich schlechtere Leistungsparameter als ihre direkte Vergleichsgruppe (4). Obgleich auch bei Gruppe (6) gegenüber (5) ein Avilamycin-Effekt für die LMZ zu beobachten war, scheint hier die AS-Ergänzung unzureichend gewesen zu sein, da beide Gruppierungen signifikant ( $p < 0,05$ ) niedrigere LMZ bzw. FVW als die Gruppen (2) und (4) bzw. (1) bis (4) aufwiesen. Aus den Ergebnissen darf geschlossen werden, dass in der Ferkelaufzucht eine Absenkung des Rationsproteins auf sofern dem Aufzuchtfutter Avilamycin zugesetzt wird.

Code	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>Avilamycin-Zusatz [ppm]</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>40</b>
Rohprotein, analysiert [%]	17,77	15,85	15,88	16,20	16,40	16,20
AS-Zusatz [%], bez. auf (2)		100	66	66	33	33
Lysin, analysiert [%]	1,00	1,15	0,99	1,00	0,87	0,89
Met+Cys, analysiert [%]	0,67	0,68	0,67	0,66	0,63	0,67
Threonin, analysiert [%]	0,64	0,74	0,68	0,72	0,66	0,65
<b>Tierzahl</b>	<b>8 x 2</b>					
<b>Lebendmasse [kg]</b>						
<b>Versuchsbeginn</b>	10,8	10,8	10,8	10,8	10,9	10,8
± s	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,3
<b>Ende Ferkelaufzucht</b>	34,4	34,6	34,7	35,2	34,4	34,3
± s	1,9	1,3	1,5	1,0	3,1	1,7
<b>Dauer [d]</b>	49,0 ab	47,3 a	52,5 ab	49,0 ab	55,1 b	52,5 ab
± s	5,3	3,2	3,7	5,3	6,9	3,7
<b>Lebendmassezunahme [g/d]</b>	482 ab	504 a	466 ab	502 a	429 b	444 b
± s	28	33	23	43	65	23
<b>Futterverzehr [g/d]</b>	876 a	881 a	884 a	910 a	885 a	922 a
± s	41	59	60	67	58	66
<b>Futterverwertung [g/kg]</b>	551 ab	572 a	528 b	552 ab	484 c	483 c
± s	25	18	27	16	57	19

Werte einer Reihe mit unterschiedlichen Buchstabenindices differieren signifikant  $p < 0,05$   
(ANOVA - Tukey B)

\* Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Gustav-Kühn-Straße 8, D-04159 Leipzig

**52. Einfluss des Verzehrs von *Symphytum peregrinum* auf Funktion und Morphologie der Leber des Schweines** (Effect of *Symphytum peregrinum* intake on liver function and morphology in pigs). A Gutzwiller\*, P. Stoll, H. J. Häni und Annamaria Brändli-Baiocco – Posieux/Bern/Stein

*Symphytum* (Wallwurz, Beinwell) wird gelegentlich als Futterpflanze für Nutztiere angepflanzt und wird auch vom Menschen als Nahrungs- und Heilmittel verwendet. Wegen seinem Gehalt an Pyrrolizidinalkaloiden (PA) ist diese Pflanze potentiell hepatotoxisch. Im Rahmen eines Schweinemastversuchs wurde deshalb der Einfluss des Verzehrs von *Symphytum peregrinum* (russischer Wallwurz) auf die Leber der Versuchstiere untersucht. 11 bei Versuchsbeginn 25 kg schwere Edelschweine weideten während einem Monat 5 mal pro Woche während jeweils 1-2 Stunden auf einer mit *Symphytum* bepflanzten Weide. Nach Abschluss der Vegetationsperiode wurde dem Futter dieser Tiere 10 % künstlich getrocknetes Blattmehl von *Symphytum* zugemischt. 12 aus den gleichen Würfen wie die Versuchstiere stammende Kontrolltiere weideten auf einer Grasweide und erhielten ein Mastfutter ohne Zusatz von *Symphytum*. In Blutproben, die bei der Schlachtung der 105 kg schweren Tiere entnommen worden waren, wurden Indikatoren für die Leberfunktion analysiert. Nach der Schlachtung wurden die Lebern gewogen und histologisch untersucht. Die Blutwerte lagen im physiologischen Bereich. Die Versuchstiere hatten tiefere Albuminwerte ( $\bar{x} \pm SD$ :  $39.4 \pm 4.7$  gegenüber  $43.8 \pm 4.1$  g/l,  $P = 0.05$ ) und eine höhere Aktivität der  $\gamma$ -Glutamyltransferase ( $17 \pm 6$  gegenüber  $12 \pm 6$  U/l,  $P = 0.06$ ) als die Kontrolltiere. Die Aufnahme von *Symphytum* beeinflusste das Lebergewicht nicht und bewirkte keine schweren Leberschäden. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wurde in den Lebern der Versuchstiere jedoch vermehrt hepatzelluläre Hypertrophie ( $P = 0.009$ ) und vermehrte Vergrößerung der Hepatozytenkerne ( $P = 0.001$ ) beobachtet als in den Lebern der Kontrolltiere.

Verfahren	Grad der Veränderungen*	Hepatozelluläre Hypertrophie Anzahl Befunde	Kernhypertrophie Anzahl Befunde
<i>Symphytum</i> (11 Tiere)	Grad 0	5	1
	Grad 1	2	3
	Grad 2	3	2
	Grad 3	1	5
<i>Kontrolle</i> (12 Tiere)	Grad 0	11	9
	Grad 1	1	3
	Grad 2	0	0
	Grad 3	0	0

\* Beurteilungsskala 0-5; 0 = keine, 1 = minimale, 2 = geringgradige, 3 = mittelgradige Veränderungen

Sowohl die Blutbefunde als auch die histologischen Leberbefunde sprechen für eine leichtgradige Beeinflussung der Leberfunktion durch die Aufnahme von *Symphytum*-Blättern. Bei verschiedenen Tierarten ist hepatzelluläre Megalocytose als Folge der Aufnahme von PA beschrieben worden (ABBOTT, 1988). Dieses Phänomen wird wahrscheinlich durch die mitosehemmende Wirkung der PA verursacht. Die in unseren Untersuchungen beobachteten Veränderungen sind so leichtgradig, dass sie den Allgemeinzustand der Tiere kaum beeinträchtigten. Folglich dürfte der Verzehr von *Symphytum*-Blättern in der Größenordnung von 10 % der Ration beim Mastschwein kaum je zu klinisch manifesten Erkrankungen führen. Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse lässt sich jedoch nicht beurteilen, wie sich eine länger dauernde Aufnahme dieser Pflanze, z. B. durch Zuchttiere, auf deren Gesundheit auswirkt.

ABBOTT, P., (1988): The medical journal of Australia 149, 678-682

\* Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere, CH - 1725 Posieux

**53. Zur Vitamin- und Mineralstoffversorgung in der ökologischen Schweinemast. 2. Konzentrationen an Vitaminen und Mineralstoffen im Fleisch nach Verabreichung von ökologischem Futter mit oder ohne Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen und mit oder ohne Zugang zu Gras im Vergleich zu konventioneller Haltung** (On the supply of vitamins and minerals in the ecological production of growing pigs. 2. Concentrations of vitamins and minerals in pork after feeding ecological feed with or without supply of vitamins and minerals and with or without access to grass compared to conventional rearing). Kirsten Jakobsen\*, S. K. Jensen und A. N. Sagredos – Foulum/Hamburg

Die Untersuchungen wurden mit insgesamt 40 männlichen Tieren (LxYxD, 8 Würfe je von 5 Tieren) aus einem ökologischen Betrieb durchgeführt. Die Ferkel wurden im Alter von 8 Wochen abgesetzt und auf 5 Versuchsgruppen verteilt, die bis 100 kg Lebendgewicht gefüttert wurden. Die Gruppen 1, 2 und 3 wurden nach Foulum gebracht, wo sie im Stall gefüttert wurden. Gr. 1 erhielt konventionelles Futter mit Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen nach dänischen Bedarfsnormen. Gr. 2 erhielt ökologisches Futter mit demselben Vitamin- und Mineralstoffzusatz wie Gr. 1, während Gr. 3 ökologisches Futter ohne Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen erhielt. Die Schweine der Gr. 4 und 5 blieben auf dem Hof und wurden mit ökologischem Futter auf Gras mit (Gr. 4) oder ohne Zuschuss (Gr. 5) ausgemästet. Zuwachs und Futterverbrauch wurden alle 14 Tage gemessen. Beim Schlachten wurde in Proben des Schinkenmuskels Biceps Femoris der Gehalt an den folgenden Vitaminen analysiert: Vitamin A, E und  $\beta$ -Karotin, Thiamin, Riboflavin, Niacin, Pyridoxin, Kalium, Eisen, Phosphor, Zink, Selen, Magnesium und Kupfer.

Für die folgenden Vitamine wurden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden:

Gruppe	Signifikanz				
	1	2	3	4	5
Futter	Konv.	Öko.	Öko.	Öko.	Öko.
Vit.+Min.	+	+	-	+	-
Haltung	Stall	Stall	Stall	Weide	Weide
Anzahl	8	8	7	8	8
Vit. E, $\mu\text{g/g}$	9,51 <sup>c</sup>	6,57 <sup>a</sup>	4,50 <sup>b</sup>	7,03 <sup>a</sup>	4,30 <sup>b</sup>
Thiamin, $\mu\text{g/g}$	11,64 <sup>a</sup>	11,9 <sup>a</sup>	7,97 <sup>b</sup>	11,85 <sup>a</sup>	8,67 <sup>b</sup>
Pyridoxin, $\mu\text{g/g}$	1,58 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,11 <sup>b</sup>	1,34 <sup>c</sup>	1,21 <sup>bc</sup>
Vit. B <sub>12</sub> , $\text{ng/g}$	2,77 <sup>c</sup>	2,19 <sup>ac</sup>	1,01 <sup>b</sup>	2,26 <sup>ac</sup>	2,01 <sup>a</sup>

Der Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen zum ökologischen Futter hatte signifikanten ( $p \leq 0,01$ ) Einfluss auf den Gehalt an Vit. E, Thiamin, Pyridoxin und Vit. B<sub>12</sub>. Nur Vit. B<sub>12</sub> wurde von den Haltungsbedingungen beeinflusst (Weide 2,13 vs. Stall 1,58 ng/g). Der Zusatz von Mineralstoffen zum ökologischen Futter hatte nur Einfluss auf Zink- (15,26 vs. 13,46  $\mu\text{g/g}$ ) und Selenkonzentrationen (0,130 vs. 0,116  $\mu\text{g/g}$ ). Für die ökologisch gefütterten Schweine hatten die Haltungsbedingungen keinen Einfluss auf die untersuchten Werte.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Nährstoffwert des Schweinefleisches betreffend Konzentrationen an Vitaminen und Mineralstoffen wenig von den Haltungsbedingungen (Weide vs. Stall) beeinflusst wird, und dass der Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen zum ökologischen Futter nur den Gehalt an Vit. E, Thiamin, Pyridoxin, Vit. B<sub>12</sub>, Zink und Selen erhöhte. Das deutet auf eine relativ hohe Ausnutzung des natürlichen Gehaltes an Vitaminen und Mineralstoffen im Futter hin.

\* Abteilung für Tierernährung und Physiologie, Dänisches Institut für Agrarwissenschaft, Forschungszentrum Foulum, Postbox 50, DK-8830 Tjele, Dänemark

**54. Einfluss des Haltungssystems auf den Immunstatus und auf verschiedene Leistungsparameter bei Legehennen (Effects of holding conditions on the immune status and different parameters of productivity of layers). H. Özpinar und M. H. Erhard\* - Istanbul/München**

Insgesamt wurden 80 Legehennen (Hy-Line-White, 40 Wochen alt, durchschnittliches Körpergewicht 1,6 kg) auf 4 Gruppen zu je 20 Tiere verteilt. Jeweils 2 dieser Gruppen wurden in Bodenhaltung und Käfighaltung aufgestallt und in eine Kontrollgruppe (kein Immunstimulans) und eine Adjuvansgruppe (Pam<sub>3</sub>-Cys-Ser-Lys<sub>4</sub>, PCSL) eingeteilt. Alle Tiere wurden mit dem Antigen humanes Immunglobulin G (hIgG) in einer Dosierung von 100 µg pro Injektion subkutan immunisiert und nach 4 Wochen geboostert. Die Adjuvansgruppen erhielten zusätzlich zum Antigen PCSL (250 µg/Injektion). Die Messungen zur Bestimmung der Immunglobulin Y (IgY)-Konzentrationen sowie der spezifischen Antikörpertiter gegen hIgG in den Dotterproben (1 Ei/Woche) wurden mittels ELISA durchgeführt. Dazu wurden die Eier über 11 Wochen gesammelt.

Die mittleren IgY-Konzentrationen in den Dotterproben wichen im Versuchszeitraum zwischen den verschiedenen Gruppen nur geringgradig voneinander ab (Tab.1). Bei Bodenhaltung zeigte die Adjuvansgruppe (PCSL) in der Woche 4 (nach Erstimmunisierung) und 8 (nach Boosterung) einen signifikant höheren Antikörpertiter gegen hIgG als die Kontrollgruppe. Bei Käfighaltung waren die erreichten Antikörpertiter deutlich höher als bei der Bodenhaltung. Die Adjuvansgruppe (PCSL) zeigte in der Woche 4 (nach Erstimmunisierung) und 6 sowie im weiteren Verlauf (nach Boosterung) signifikant höhere Antikörpertiter gegen hIgG als die Kontrollgruppe. Die mittleren maximal erreichten Antikörpertiter verdeutlichen die Ergebnisse in den verschiedenen Versuchsgruppen (Tab.1). Demnach konnten deutliche Unterschiede zwischen den Tieren in Bodenhaltung und Käfighaltung gefunden werden.

*Tabelle 1.* Mittlere Immunglobulin Y (IgY)-Konzentrationen (mg/ml Dotter) und maximale Antikörpertiter (ELISA-Einheiten/ml Dotter) gegen humanes Immunglobulin G (hIgG) in den verschiedenen Versuchsgruppen nach der Erstimmunisierung und der Boosterung (MW±SE).

Gruppen	Bodenhaltung			Käfighaltung		
	IgY (mg/ml)	Ak-Titer Erstimm.	Ak-Titer Booster.	IgY (mg/ml)	Ak-Titer Erstimm.	Ak-Titer Booster.
Kontrolle	13,49 (±0,83)	36,00 (±9,88)	22,20 (±5,22)	13,62 (±1,06)	62,29 (±32,24)	33,82 (±10,90)
	14,05 (±0,79)	39,21 (±7,14)	26,81 (±6,23)	15,41 (±0,59)	120,33 (±21,30)	194,74 (±68,96)
Adjuvans						

Die Unterschiede hinsichtlich der wichtigsten Leistungsparameter sind in Tab.2 zusammengefaßt.

*Tabelle 2.* Mittelwerte (MW±SE) der wöchentlich erhobenen Leistungsparameter über den Versuchszeitraum von 11 Wochen (<sup>a</sup>p<0,05 (Kontrolle/Adjuvans), <sup>b</sup>p<0,05 (Boden/Käfig); t-test).

Parameter	Bodenhaltung		Käfighaltung	
	Kontrolle	Adjuvans	Kontrolle	Adjuvans
Legeleistung (%)	65,89 ± 1,44 <sup>b</sup>	65,60 ± 1,25 <sup>b</sup>	77,14 ± 1,06 <sup>a</sup>	71,40 ± 1,64
Futterverbrauch (kg/Woche)	17,56 ± 0,14	17,79 ± 0,16	17,61 ± 0,46	17,20 ± 0,38
Eigengewicht (g)	65,35 ± 0,42	64,84 ± 0,49	64,25 ± 0,68	64,25 ± 0,68
Eischalengewicht (g)	5,77 ± 0,16	5,66 ± 0,10	5,73 ± 0,10	5,77 ± 0,10
Schalendicke (mm)	35,95 ± 0,46	34,92 ± 0,61	34,90 ± 0,69	34,90 ± 0,69

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Tierärztliche Fakultät, Universität München, Veterinärstr. 13, D-80539 München

**55. Einfluss von verschiedenen Fettarten auf die Entwicklung der  $\alpha$ -Amylase- und Lipaseaktivität im Pancreas bei Hähnchen (Influence of different kinds of fat supplements on development of pancreatic  $\alpha$ -amylase and lipase activity in chickens). Dorota Jamroz\* and T. Wertelecki - Wrocław**

Die Untersuchungen wurden mit männlichen Küken der Herkunft Shaver-Starbro (jeder Versuch mit je 476 Tieren) durchgeführt. Die Tiere wurden in 4-5 Stunden nach dem Schlupf in Käfige, jede Gruppe in 7 Wiederholungen, eingestallt. Die Hähnchen wurden mit kompletten Futtermischungen in Mehlförm versorgt. Der Proteingehalt betrug im Starterfutter etwa 21,8 %, in der Growermischung - 20 %; die Energiekonzentration variierte, abhängig vom Fetteinsatz, zwischen 11,4 und 13,5 MJ/kg. Die Steigerung wurde infolge des Einsatzes von 0,3, 6, 9 % Rapsöl (Versuch 1) bzw. 0,3, 6, 9 % Schweinefett (Versuch 2) erreicht. Genau in 2 Stunden nach der Fütterung wurden aus jeder Versuchsgruppe 21 Hähnchen (am ersten Lebenstag), dann je 14 Tiere am 2., 3., 4., 7., 11., 21 und 35. Lebenstag ausgewählt, getötet, Blut entnommen, die Entwicklung des Verdauungstrakts (Länge, Gewicht), die Masse von Leber und Pancreas bestimmt. Im Pancreashomogenat wurde mittels kinetischer bioMerieux Tests (63/115; 63/108; 63/109) die Aktivität der  $\alpha$ -Amylase bzw. Lipase bestimmt.

Aktivität von  $\alpha$ -Amylase und Lipase (U/mg Pancreasprotein)

Lebens- tage	$\alpha$ -Amylase				Lipase			
					Rapsöl (%)			
	0	3	6	9	0	3	6	9
1	30,91	27,52	32,48	28,66	0,99	0,90	0,98	0,95
3	39,99	36,28	35,93	37,00	0,71a	0,90a	1,40ab	1,78b
7	43,94	52,78	45,24	47,31	2,92	2,80	3,09	3,49
21	61,94b	61,63b	43,80a	53,85ab	2,68	3,14	3,40	3,50
Schweinefett (%)								
1	2,88a	4,44ab	4,02ab	9,10b	1,28	1,15	1,24	1,29
3	27,36	23,09	22,68	22,25	1,46b	1,06ab	1,03a	1,19ab
7	42,28b	10,33a	4,88a	5,57a	1,57	0,97	1,63	1,38
21	53,84b	41,16a	54,94b	49,53ab	2,43	2,61	2,68	3,85

Die Aktivität der  $\alpha$ -Amylase nahm mit dem Alter der Tiere zu. Gegen Versuchsende lag sie am höchsten in den Gruppen mit dem niedrigsten Fettgehalt. Bei Versorgung von 6 bzw. 9 % Schweinefett wurde erst am 21. LT eine hohe Aktivität der Amylase nachgewiesen. Die Entwicklung der Lipaseaktivität erfolgte insgesamt ebenfalls in Abhängigkeit vom Alter der Tiere. Zu Versuchsende zeichnete sich eine erhöhte Aktivität bei hohem Fettzusatz ab.

\* Lehrstuhl für Tierernährung und Futterqualität der Landwirtschaftlichen Universität, 50-375 Wrocław, Norwida 25/27, Polen

**56. Comparative pigmentation efficacy of canthaxanthin and capsanthin/capsorubin in egg yolks** (Die Wirksamkeit von Canthaxanthin im Vergleich zu Capsanthin/Capsorubin auf die Pigmentierung von Eidottern). W. Steinberg\*, Anne Devaud, J. Schierle and Anna-Maria Klünter – Village-Neuf/Basel

With xanthophylls present in the feed components of diets for laying hens a good basis for a pleasant egg yolk pigmentation is not always achieved. Therefore, additional pigments are needed, such as carotenoids like apo-ester and canthaxanthin or extracts from paprika.

The experiment was conducted to evaluate the comparative pigmentation efficacy of canthaxanthin and capsanthin/capsorubin from two paprika extracts in egg yolks. Canthaxanthin was compared with paprika extract [I] and [II] in trial (1) and (2), respectively. In each trial there were 14 treatments: 0 and 4 ppm apo-ester, 4 ppm apo-ester with 0.5, 1, 2, 4 and 8 ppm canthaxanthin, and 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 and 32 ppm capsanthin/capsorubin with different amounts of apo-ester according to the lutein/zeaxanthin content of the extracts. Therefore, all supplemented diets had an equivalent yellow basis corresponding to 4 ppm apo-ester. Each treatment was replicated with 4 groups of 3 hens (ISA Brown). At the beginning of the trials the hens were 27 (1) and 31 (2) weeks of age. The feed was based on wheat and rice with 11.8 MJ metabolizable energy and 17.7 % crude protein. Preceding the trial the birds were fed this diet for 28 days, afterwards the diet contained the appropriate pigments for three weeks. In the experimental period the last two eggs of each hen were collected. The egg yolk was pooled per group and the measurements were performed by HPLC for carotenoid content, CIE-Lab system (Minolta photometer) for colourimetry and Roche Yolk Colour Fan (RYCF) for colour score.

The mean concentration and deposition rate (daily intake to output per egg yolk) of apo-ester in the egg yolk for the 4 ppm treatments was not different between trial (1) 12.7 mg/kg ( $\pm s = 0.7$ ) and 50 % ( $\pm s = 1$ ) and trial (2) 12.8 mg/kg ( $\pm s = 0.4$ ) and 50 % ( $\pm s = 2$ ), respectively. The concentrations in the egg yolk (y) of canthaxanthin and capsanthin/capsorubin increased linear with increasing dietary inclusion level (x). The calculated regressions were in trial (1) and (2) for canthaxanthin:  $y = 0.49 + 2.62x$  ( $R^2 = 0.99$ ) and  $y = 0.23 + 2.83x$  ( $R^2 = 0.99$ ) and for paprika extracts:  $y = -0.32 + 0.74x$  ( $R^2 = 0.99$ ) and  $y = -0.18 + 0.46x$  ( $R^2 = 0.99$ ). The corresponding deposition rates were for canthaxanthin 46 % ( $\pm s = 4$ ) and 47 % ( $\pm s = 4$ ), and for capsanthin/capsorubin 8.7 % ( $\pm s = 1.9$ ) and 5.9 % ( $\pm s = 1.0$ ), respectively. The factors for efficacy of canthaxanthin vs. capsanthin/capsorubin related to concentration and deposition rate were 3.5 and 6.2, and 5.3 and 8.0 for trial (1) and (2), respectively. The values (y) of redness (a\*) determined with reflectance colourimetry in the egg yolk increased linear with increasing dietary inclusion level (y). The calculated regressions were for canthaxanthin in trial (1) and (2):  $y = 6.67 + 2.42x$  ( $R^2 = 0.90$ ) and  $y = 6.94 + 2.32x$  ( $R^2 = 0.91$ ) and for paprika extracts:  $y = 6.76 + 0.83x$  ( $R^2 = 0.89$ ) and  $y = 5.71 + 0.76x$  ( $R^2 = 0.89$ ). Comparing the slopes of the regression equations the slopes were 2.9 and 3.2 times higher for canthaxanthin than for capsanthin/capsorubin in trial (1) and (2), respectively. The values of yellowness (b\*) were not affected. In both trials the increasing dietary levels of pigments increased the RYCF-values. In the range between 0.5 ppm and 8.0 ppm, on the average canthaxanthin resulted in two points higher RYCF-values than capsanthin/capsorubin compared at similar dose levels.

In conclusion, under the conditions of the present trials, the combination apo-ester and canthaxanthin resulted in a more intensive pigmentation of the egg yolks than the combination with paprika extract.

\* Research Centre for Animal Nutrition, Sté Chimique Roche SA, F-68305 Village-Neuf, France

**57. Zum Einsatz von Rapskuchen in der Milchkuhfütterung** (Rapeseed oil meal (mech-extd.) in rations for dairy cows) Ernst Boldt\*, J. R. Daynes, H.-J. Alert, K. Klos und J.M. Gropp – Leipzig/Köllnisch

Rapskuchen ist ein Nebenprodukt der expandierenden Biodieselproduktion. Die langfristigen Auswirkungen der Gabe von Rapskuchen auf Leistung, Stoffwechsel und Gesundheit von Milchkühen sind derzeit kaum einzuschätzen.

Deshalb wurde ein Fütterungsversuch mit 3 Gruppen etwa gleicher Laktationszahl (2,44; 2,33; 2,33) und Leistung in der vorangegangenen Laktation (etwa 7.650 kg) mit jeweils 9 Kühen über eine Laktationsperiode (9. Tag nach dem Abkalben bis 301. Laktationstag) durchgeführt. Die Versuchsfuttermischungen unterschieden sich nur in den proteinreichen Ergänzungsfuttermitteln 00-Rapskuchen (RK; 15,1 % XL), Rapsextraktionschrot (RE; 5,6 % XL) und Sojaextraktionschrot (SE; 2,6 % XL). Die Rationen wurden als „Totale Mischart“ verabreicht. Der Versuch wurde im 1. und 3. Laktationsdrittel als Gruppen- und im 2. Laktationsdrittel als Einzelfütterungsversuch durchgeführt.

Rapskuchen stimulierte die Milchmenge, wirkte jedoch depressiv auf den Fett- und Eiweißgehalt der Milch (s. Tabelle). Die Aufnahme von Rapskuchen führte erwartungsgemäß zu einem deutlichen Anstieg der einfach ungesättigten Fettsäuren (FS) im Milchfett zu Lasten der gesättigten FS; zugleich war eine geringfügige Abnahme der mehrfach ungesättigten FS in der Rapskuchen-Gruppierung zu beobachten.

**Milchleistung (292 Laktationstage) sowie ausgewählte Blutparameter**

Gruppe	Sojaextraktions- schrot	Rapskuchen	Rapsextraktions- schrot
% XL in der Tagesration	3,41	4,46	3,46
<b>Milch</b>			
Milchmenge [kg]	7415	9260	8430
Fett [%]	4,60	3,79	4,37
% gesättigte FS	76,30	66,72	75,08
% einfach ungesättigte FS	22,11	27,79	21,32
% zweifach ungesättigte FS	1,98	2,28	1,96
% mehrfach ungesättigte FS	0,85	0,76	0,82
Eiweiß [%]	3,82	3,46	3,78
<b>Blutparameter</b>			
$\gamma$ -GT [U/l]	27,53	39,67	28,56
GLDH [U/l]	24,14	47,60	19,13
T <sub>4</sub> [U/l]	60,98	51,69	65,58

$\gamma$ -GT = Gammaglutamyltransferase  
T<sub>4</sub> = Tetrajodthyronin

GLDH = Glutamatdehydrogenase

Besonders augenfällig ist die sehr viel höhere Aktivität der Gammaglutamyltransferase und der Glutamatdehydrogenase sowie der geringere Gehalt an Tetrajodthyronin in der Rapskuchen-Gruppierung.

Der geringe Milchfettgehalt der Rapskuchen-Gruppe resultiert aus einer Hemmwirkung des Fettes auf die bakterielle Rohfaserfermentation im Pansen (Rohfaserverdaulichkeit von 52,19; 44,54 bzw. 54,09 Euter durch konjugierte mehrfach ungesättigte Fettsäuren, die bei der Fetthydrierung im Magen-Darm-Trakt und besonders im Pansen entstehen.

\* Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Gustav-Kühn-Straße 8, D-04159 Leipzig

- 58. Studien zur Pansenfermentation und Kauaktivität von Milchkühen bei computergesteuerter Kraftfutterzuteilung im Vergleich zur zweimaligen Kraftfuttergabe und zur Totalen Mischnahrung (TMR)** (Studies in ruminal fermentation and chewing activity of dairy cows when feeding concentrate computerised individually, in 2 meals/day and in a total mixed ration). C. Scheidemann\*, Corina Dietrich, H. Steingaß und W. Drochner – Stuttgart-Hohenheim

Der Einsatz hoher Kraftfuttermengen in der Milchviehfütterung macht es unabdingbar, das Konzentrat auf mehrere Portionen über den Tag zu verteilen. Erfolgreiche Fütterungsformen sind die computergesteuerte separate Kraftfutterfütterung und die Totale Mischnahrung. Bei erst genannter erhalten die Kühe das Kraftfutter individuell zugeteilt in Intervallen über 24 Stunden. Letztere erfolgt durch das Einmischen des Kraftfutters in die Grundfuttermischung, was sich durch die zeitgleiche Aufnahme von Struktur und Kraftfutter stabilisierend auf das Fermentationsmilieu im Pansen des Wiederkäuers auswirken kann.

Ziel der durchgeführten Arbeit war es zu prüfen, wie sich eine computergesteuerte Kraftfutterfütterung, eine Totale Mischnahrung und eine Kraftfutterzuteilung in zwei Portionen pro Tag auf die Parameter der Pansenfermentation und Kauaktivität von Milchkühen auswirken.

Die Untersuchungen fanden mit vier pansenfistulierten Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein statt. Nach einem doppelten 2 x 2 cross over Versuchsmodell wurden die jeweiligen Rationen geprüft. Die Kraftfutterzuteilung erfolgte computergesteuert individuell in 20 Intervallen über 24 Stunden (**A**), in zwei Mahlzeiten pro Tag (**B**) und in einer Totalen Mischnahrung (**C**). In jeder Gruppe erhielten die Kühe 17 kg Gesamtrockenmasse pro Tag mit einem Kraftfutteranteil von 49 % der T. Die Grundration bestand aus 38 % Maissilage, 29 % Grassilage, 27 % Heu, 3 % Sojaextraktionsschrot und 3 % eines Mineralfutters (% i. T.). Die Hauptkomponenten des Kraftfutters waren Mais, Sojaextraktionsschrot und Weizen, ergänzt mit Mineralfutter. Die Grundration und das Kraftfutter stimmten in jeder Fütterungsgruppe überein. Die Fütterungszeiten waren um 8.30 Uhr und 17.00 Uhr. Nach einer Anfütterungsphase von 4 Tagen wurden vom 5. - 10. Versuchstag die Messungen der Kauaktivität und vom 11. - 13. Tag die Untersuchungen zur Pansenfermentation durchgeführt. Die Pansensaftentnahme erfolgte 1h vor sowie 1h, 3h, 5h und 7h nach der Fütterung. Gemessen wurden die pH-Werte, die  $\text{HCO}_3^-$ - und  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen, sowie die Gehalte an flüchtigen Fettsäuren (FFS). Die statistische Auswertung erfolgte mit der Prozedur GLM und Repeated Measures ANOVA.

Teilergebnisse des Wiederkauverhaltens sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

	A	B	C
Kauzeit (Std./Tag)	13,0 <sup>a</sup>	13,1 <sup>a</sup>	13,7 <sup>a</sup>
Wiederkauzeit (Std./Tag)	6,3 <sup>a</sup>	7,2 <sup>ab</sup>	7,5 <sup>b</sup>
Dauer der Wiederkauperioden (min.)	24,0 <sup>a</sup>	29,9 <sup>b</sup>	29,5 <sup>b</sup>

a, b – unterschiedliche Buchstaben weisen signifikante Unterschiede ( $p<0,05$ ) aus (Tukey Test).

Im Zeitverlauf wirkte sich die computergesteuerte Kraftfutterzuteilung (**A**) in einem signifikant niedrigeren pH-Wert im Vergleich zur Gruppe **B** und **C** aus, während zwischen den beiden letzteren Gruppen kein Unterschied festgestellt werden konnte. Wurde das Kraftfutter in zwei Portionen pro Tag (**B**) verfüttert, äußerte sich dies in einer signifikant geringeren Konzentration der gesamten FFS, ohne dass sich deren Zusammensetzung änderte. Außerdem war in derselben Fütterungsgruppe der Bicarbonatgehalt signifikant niedriger im Vergleich zur Gruppe **C**. Zwischen den Gruppen **A** und **C** sowie **A** und **B** nahm die Fütterungsform keinen signifikanten Einfluss auf die  $\text{HCO}_3^-$ -Konzentration.

Die Untersuchungen zeigen, dass in Rationen mit dem gleichen Kraftfutteranteil die Wiederkauintensität durch eine Totale Mischnahrung stimuliert wird. Die kürzere Wiederkauzeit bei computergesteuerter Kraftfuttergabe ist wahrscheinlich auf Unterbrechungen der physiologischen Wiederkauphasen durch wiederholte Besuche der Kraftfutterstationen zurückzuführen.

\* Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung, Emil-Wolff-Str. 10, D-70599 Stuttgart

- 59. Einfluss isoenergetischer TMR-Varianten mit und ohne Kraftfutteranteil auf Futteraufnahme, Leistung und Parameter der ruminalen Fermentation** (Influence of different isoenergetic total mixed rations with and without concentrate supplementation on feed intake, performance and rumen fermentation). S. Keller\*, H. Steingaß und W. Drochner – Stuttgart-Hohenheim

Die Qualität des Grundfutters unterliegt großen Schwankungen, die auf verschiedene Einflüsse wie Witterung, Standort und Nutzungszeitpunkt zurückzuführen sind. Der Qualität des Grundfutters kommt in der Gesamtrationsgestaltung ein hoher Stellenwert zu, da dem Kraftfuttereinsatz, zur Aufwertung qualitativ minderwertigeren Grundfutters, physiologische Grenzen gesetzt sind. Ziel dieser Arbeit war es, die Auswirkung unterschiedlicher Grundfutterqualitäten und Kraftfutteranteile in einer Totalen Mischnahrung hinsichtlich der Pansenfermentation, Kauaktivität sowie der Leistungsmerkmale bei Milchkühen zu untersuchen. Einer konventionellen TMR aus Grundfutterkomponenten mäßiger Qualität mit einer Kraftfutterergänzung (**A**) wurde eine Versuchsration (**B**), die aus guten Grundfutterkomponenten ohne Kraftfutter bestand, Grassilage und Heu. Die Kontrollration (**A**) wurde mit 28 % Kraftfutter ergänzt. Beide Rationen waren bezüglich der Energiedichte und der Rohnährstoffgehalte miteinander vergleichbar.

Ration	XP % i.T	XF % i.T	MJ NEL/kg T
A	13,9±0,4	19,3±0,6	6,2±0,1
B	14,3±0,4	20,8±0,5	6,2±0,1

Die beiden Rationen wurden in einem Wechselversuch von 2 x 4 Wochen Dauer an jeweils 14 Milchkühe verabreicht und die Trockensubstanzaufnahme, Milchleistung und Milchzusammensetzung sowie die Entwicklung der Lebendmasse gemessen. Ergänzende Untersuchungen an pansenfistulierten Milchkühen (n=4) dienten der Erfassung von Parametern der Pansenfermentation sowie des Kau- und Wiederkauverhaltens. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Parameter	Ration A	Ration B
T-Aufnahme (kg)	18,4±2,5 <sup>a</sup>	16,5±2,3 <sup>b</sup>
FECM-Leistung (kg)	22,0±3,9 <sup>a</sup>	19,8±3,7 <sup>b</sup>
Lebendmasseentwicklung (kg/d)	+0,46 <sup>a</sup>	+0,29 <sup>a</sup>

a, b – unterschiedliche Buchstaben weisen signifikante Unterschiede ( $p<0,05$ ) innerhalb einer Behandlung aus (Scheffe-Test)

Die Kontrollgruppe zeigte eine signifikant höhere mittlere Trockensubstanzaufnahme von etwa 2 kg/Tag und eine signifikant höhere korrigierte Milchleistung von 2,2 kg/Tag. Keine Unterschiede ergaben sich hinsichtlich der Entwicklung der Lebendmasse. Bei den Parametern der Pansenfermentation zeigten sich in der Grundfuttergruppe (**B**) nach der Fütterung tendenziell niedrigere pH-Werte und Bicarbonatkonzentrationen sowie signifikant höhere Fettsäurekonzentrationen verbunden mit einem niedrigeren  $\text{C}_2/\text{C}_3$ -Verhältnis. Die Untersuchungen zum Kau- und Wiederkauverhalten ergaben kaum Unterschiede zwischen den Rationen.

Die Ration **B** enthielt einen höheren Silageanteil, eine stärker durchsäuerte Grassilage und einen geringeren Trockenmassegehalt. Diese Faktoren führten offensichtlich zu einem insgesamt ungünstigeren Pansenmilieu und dürften auf diesem Weg maßgeblich zu der geringeren Futteraufnahme beigetragen haben. Darüber hinaus könnte auch eine asynchrone Energie- und N-Freisetzung, wie sie in stärkerem Maß in der Grundfutterration **B** zu erwarten ist, zu einer geringeren mikrobiellen Effizienz und Futteraufnahme geführt haben.

\* Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung, Emil-Wolff-Str. 10, D-70599 Stuttgart

0. Einfluss der Grundfutterqualität bei unterschiedlichem Kraftfutterniveau auf Nährstoffverdaulichkeit und Fermentation im Pansen bei Milchkühen (Effect of roughage quality and concentrate level on nutrient digestibility and rumen fermentation in dairy cows). M. Tafaj\*, H. Steingaß und W. Drochner – Stuttgart-Hohenheim

Die Wirkung der Grundfutterqualität bei varierten Kraftfuttergaben auf Nährstoffverdaulichkeit und Fermentation im Pansen wurde in zwei zweifaktoriellen Untersuchungen bei Milchkühen (LM 600 - 650 kg) geprüft, wobei die Einflussfaktoren **GF-Qualität (2 Stufen: intensiv**, d.h. früher Nutzung + intensive N-Düngung, 2/3 Grassilage + 1/3 Heu, und **extensiv**, d.h. 1/3 Silage + 2/3 Heu jeweils aus älteren Aufwüchsen angepasster Bestände ohne N-Düngung) und **KF-Niveau (3 Stufen** beim Verdauungsversuch: **niedrig** - 10 - 17 %, **mittel** - 28 - 34 % und **hoch** - 48 - 50%, sowie **2 Stufen** beim Pansenfermentationsversuch: **niedrig** - 21% und **hoch** - 61 %) variiert wurden. Der Verdauungsversuch wurde unter praktischen Betriebsbedingungen durchgeführt, wobei das Grundfutter gemischt ad libitum angeboten wurde. Die Nährstoffverdaulichkeit wurde mit Hilfe des exogenen Indikators  $TiO_2$  bestimmt (40 g/Tier u. Tag mit 1 kg KF gemischt und 12 Tage lang zwei mal pro Tag nach dem Melken im Stoffwechselstand manuell verabreicht). Kotproben wurden rectal nach jedem Melken im Stoffwechselstand während der letzten 7 Tage jedes Versuchsabschnittes entnommen. Beim Pansenfermentationsversuch wurden pH, FFS, Puffervermögen,  $NH_3$  und  $CO_2$  in der aus dem ventralen Pansenbereich entnommenen Flüssigkeit zu mehreren Zeitpunkten gemessen. Nachstehend sind die wichtigsten Versuchsergebnisse aufgeführt:

	Faktoren- und Stufenkombinationen						Sign. Einflüsse (p≤0,05)
	int.-H	int.-M	int.-N	ext.-H	ext.-M	ext.-N	
<i>- Scheinbare Nährstoffverdaulichkeit (%)</i>							
OS	70,2	70,2	70,7	71,2	68,4	62,9	GF*KF
XP	61,1	62,5	63,8	58,0	55,5	42,1	GF, KF, GF*KF
NDF	52,7	55,1	59,1	57,5	54,3	50,4	GF*KF
<i>- Parameter der Fermentation im Pansen (pH; FFS mmol/L)</i>							
pH: -1 h	7,19	**	7,24	7,20		7,26	-
+1 h	6,18		6,44	6,16		6,37	KF
+3 h	6,34		6,48	6,18		6,52	KF
+5 h	6,50		6,79	6,48		6,71	KF
FFS: -1h	60,0		56,9	52,8		49,8	-
+1 h	110,6		109,2	79,4		72,8	GF
+3 h	116,4		106,4	113,8		92,1	KF
+5 h	97,3		98,3	101,2		84,7	-

Bei niedrigem KF-Niveau führt der Einsatz des extensiv erzeugten Grundfutters zu niedrigeren Nährstoffverdaulichkeiten und FFS-Konzentration im Pansenstaft gegenüber der Intensivvariante ohne dass jedoch das FFS-Muster und der pH-Wert beeinflusst sind. Auf hohem KF-Niveau sind dagegen nur geringe Unterschiede von Seiten der Grundfutterqualität bei diesen Parametern gegeben. Bei der extensiven GF-Variante steigt die Nährstoffverdaulichkeit der Ration mit Erhöhung des KF-Anteils an. Im Gegensatz dazu hat beim Intensivgrundfutter das KF keinen Einfluss auf die Verdaulichkeit der OS und es kommt zu einer Depression der Faserverdaulichkeit. Offenbar kommt es bei dieser Kombination zu verschlechterten Milieubedingungen für die Pansenfermentation aufgrund eines Mangels an strukturwirksamer Faser.

\* Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim, Emil-Wolff-Str. 10, D-70599 Stuttgart

61. Zum Einfluss von Körnermaishybriden mit unterschiedlichem *in sacco* Stärkeabbau auf die Leistung von Milchkühen (Influence of corn varieties with different *in sacco* degradabilities of starch on the performance of dairy cows). Kerstin Loose\*, P. Lebzien und G. Flachowsky - Braunschweig

Aus eigenen früheren Untersuchungen ist bekannt, dass Unterschiede im Abbau von Rohnährstoffen und Stärke zwischen verschiedenen Maissorten bestehen (1,2). Die Differenzen zwischen den errechneten effektiven Abbaubarkeiten für die organische Substanz und die Stärke der einzelnen Sorten betragen bei der Annahme hoher Passageraten ( $0,08\text{h}^{-1}$ ) bis zu 12 Prozentpunkte. In einem Stoffwechselversuch konnten die *in sacco* erzielten Ergebnisse nur teilweise durch die ruminale Stärkepassage und die scheinbare Verdaulichkeit bestätigt werden. Inwieweit sich die Unterschiede auf die Lebendmassezunahme und die Milchleistung auswirken, sollte in einem Versuch überprüft werden. Zu diesem Zweck kam geschroteter Körnermais von zwei Maishybriden zum Einsatz, deren Stärke *in sacco* Abbauwerte von 57,5% bzw. 68,5% ( $0,08\text{h}^{-1}$ ) aufwiesen. Die Untersuchungen wurden an 10 laktierenden Milchkühen der Rasse „Deutsche Holstein“ mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 603 kg und einer durchschnittlichen Milchleistung von 33,4 kg FCM pro Tag in Form eines lateinischen Quadrates (insgesamt 60 Tage, Gruppe à 5 Tiere) durchgeführt. Die Tiere waren in Einzelanbindung aufgestellt. Wasser stand zur freien Verfügung. Die Versuchstiere erhielten eine Ration aus 40 % Grassilage, 60 % Kraftfutter (76,4% Maisanteil) auf Trockensubstanzbasis und 150 g eines vitaminisierten Mineralfutters. Die mittlere T-Aufnahme lag bei 21,5 kg je Tier und Tag. Die Bestimmung der Lebendmasse erfolgte zu Beginn und am Ende der jeweiligen Periode. Zweimal am Tag wurden die Tiere gemolken und täglich die Milchmenge erfaßt. Die Bestimmung der Milchinhaltstoffe (Lactose, Milchfett, Milcheiweiß) erfolgte während des Versuches zweimal in der Woche mit dem MILCOSCAN® (Foss electric).

Tabelle 1: Tägliche Milchleistung und Milchinhaltstoffe von Kühen bei der Fütterung von Rationen mit zwei unterschiedlichen Maishybriden ( $n=5$ )

Parameter	Maissorte A (57,5% Stärkeabbau bei 0,08h <sup>-1</sup> )	Maissorte B (68,5% Stärkeabbau bei 0,08h <sup>-1</sup> )
T-Aufnahme (kg/Tag)	21,49 ± 1,50	21,55 ± 1,30
Stärkeaufnahme (kg/Tag)	7,19 ± 0,49	7,12 ± 0,44
Milchmenge (kg)	34,54 ± 4,14	34,80 ± 3,66
Milchfett (%)	4,31 ± 0,67	4,13 ± 0,76
Milcheiweiß (%)	3,35 ± 0,29	3,39 ± 0,24
Milchzucker (%)	4,51 ± 0,25	4,48 ± 0,25
Tägliche Zunahme (kg/Tag)	1,13 ± 0,68	1,08 ± 0,51

Die beiden Maisschrote (A und B) mit unterschiedlichen *in sacco* Abbaueigenschaften zeigten keine signifikanten Auswirkungen ( $p>0,05$ ) auf die Milchleistung und die Milchinhaltstoffe im Versuchszeitraum. Gesundheitsstörungen wurden bei den Tieren nicht beobachtet. Die tägliche Zunahme von über 1 kg war durch die hohe Futteraufnahme und die darin enthaltende Stärke zu erklären.

- (1) LEBZIEN, P.; SHOO, J.; MANCINI, V.; JOCHMANN, K. und FLACHOWSKY, G., (1997): Vergleich der *in situ* - Abbaubarkeit verschiedener Sorten von Körnermais. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6 : 104
  - (2) LOOSE, K.; LEBZIEN, P.; und FLACHOWSKY, G., (1998): Einfluss von Maissorten mit unterschiedlichem Stärke- und Proteingehalt auf den *in sacco* Abbau im Pansen bei nicht laktierenden Kühen. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 7: 23

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

**62. Ensiling properties, nutritional value and effect of sunflower-corn silage on milk quality in dairy cows** (Siliereigenschaften, Futterwert und Einfluß von Sonnenblumen-Maisilage auf die Milchqualität bei Kühen). Irmgard Immig\*, K. Pabst and Hj. Abel - Buxtehude/Kiel/Göttingen

Ensiled roughages that are rich in native oils would be an interesting alternative to animal fats or oil seeds that are currently fed to dairy cows in order to increase the energy density of the diet as well as to make butterfat softer. The objective of this experiment was to investigate the effects of a sunflower-corn silage mixture on silage fermentation characteristics and on milk composition.

Different ratios between sunflowers and corn were ensiled in small lab silos (21) to investigate ensiling properties. Furthermore a mixture on fresh matter basis of 30 % sunflowers and 70 % corn (SFCS) and identical corn as control (CS) were ensiled in 2 bunker silos. Both silages were fed in a cross over design to 2\*15 dairy cows (HF). Each period lasted 30 days. Milk samples were collected group wise twice per week in the evening and analysed for milk composition and milk fat hardness by means of a penetrometer. The energy content of the SFCS was measured in a digestibility trial with 4 sheep.

The SFCS was of high quality and palatability. The energy content of the SFCS was calculated by means of the digestibility trial to be 6,37 MJ NEL/kg DM. In spite of the high fat content of 6,9 % i. DM the energy content was lower than in CS which revealed 6,50 MJ NEL/kg DM. The dairy cows were offered 12 kg DM sunflower-corn silage and thus about 760 g/d crude fat from the silage mixture. From the CS 11 kg were offered containing 320 g/d. Higher fat consumption in combination with higher intake of unsaturated fatty acids altered milk fat to softer butterfat which was demonstrated by a lower milk fat hardness (PU); however feeding the silage mixture decreased milk fat content slightly and milk protein content significantly (table 1).

Table 1: Effect of SFCS on milk fat hardness (PU) and milk composition (mean,  $\pm$ s, n=10)

	PU	Fat (%)	Protein (%)
Control	344 <sup>a</sup>	4,23 <sup>a</sup>	3,33 <sup>a</sup>
	39	0,16	0,06
Sunflower-corn silage (30:70)	280 <sup>b</sup>	4,08 <sup>a</sup>	3,24 <sup>b</sup>
	40	0,29	0,10

Values per column, bearing different superscripts are significantly different (Tukey-Test,  $P < 0,05$ )

In conclusion silages of high nutritional value can successfully be produced from mixtures of sunflower and corn whole plants of advanced maturity stage, leading to roughages of high fat content. When fed to dairy cows milk fat is altered softer. Milk fat and milk protein contents are however reduced, confirming the results of many other investigations on the effect of high amounts of polyunsaturated oils fed to dairy cows. The physiological background of these metabolic effects is not yet fully understood.

\* Pioneer Hi-Bred Northern Europe GmbH, Apensener Str. 198, D-21614 Buxtehude

**63. Untersuchungen am Primäraufwuchs zweier Weidelgräser zur Dynamik der Veränderungen im Futterwert und der Futteraufnahme durch Schafe** (Dynamics of changes of feeding value and feed intake by sheep of two ryegrass species during primary growth). A. Ombabi, K.-H. Südekum\* und F. Taube - Kiel

Umwelteinflüsse können kurzfristig deutliche Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung und im energetischen Futterwert von Gräsern im Wachstumsverlauf bewirken. Beides kann sich nachfolgend auf die von Tieren aufgenommene Futtermenge auswirken. Mittels kontinuierlicher Verdauungsversuche ist es möglich, die Dynamik solcher Veränderungen zu erfassen. In dieser Arbeit wurde untersucht, welchen Einfluss reifungsbedingte Veränderungen der Gehalte an verschiedenen Inhaltsstoffen während einer gesamten Wachstumsperiode auf die Nährstoffverdaulichkeiten und die Futteraufnahme zweier Weidelgräser haben.

Reine Bestände von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L., Sorte Gremie) und Welschem Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam., Sorte Lema) wurden im ersten Aufwuchs des ersten Hauptnutzungsjahres 1991 vom 23.4. bis 19.6. täglich beerntet und das Grünget je 5 Schafen zur freien Aufnahme vorgelegt. Die täglichen Aufnahmen und die Ausscheidungen mit dem Kot an Nährstoffen wurden mit der Technik des kontinuierlichen Verdauungsversuchs erfaßt und die Nährstoff-Verdaulichkeiten kalkuliert unter der Annahme, dass die Kottausscheidung am Tag 2 die unverdauten Futterbestandteile des Tages 0 repräsentiert. Die Nutzung der täglichen Daten der Futteraufnahme und Nährstoff-Verdaulichkeiten erfolgte aufgrund vorangegangener methodischer Arbeiten (1) auf Basis gleitender Mittelwerte von drei Tagen.

Im Laufe des Aufwuchses veränderte sich die chemische Zusammensetzung der Gräser deutlich. Während die Gehalte an Rohprotein von 17,4 auf 5,2 % in der Trockenmasse (T) beim Deutschen Weidelgras und von 15,6 auf 3,7 % in der T beim Welschen Weidelgras abnahmen, stiegen die Gehalte an Zellwandfraktionen zum Teil auf mehr als das Doppelte an. Das Deutsche Weidelgras wies geringfügig höhere Gehalte an Zellwandbestandteilen auf als das Welsche Weidelgras. Die Abnahme des Futterwerts der untersuchten Gräser war eng mit der Zunahme der Gehalte an Zellwandbestandteilen verknüpft. Die Tiere nahmen vom Welschen Weidelgras sowohl am Anfang als auch am Ende des Versuchs etwa 3 g/kg Lebendmasse mehr auf als vom Deutschen Weidelgras. Die Verdaulichkeiten der organischen Masse (OM) betrugen über 80 % zu Versuchsbeginn und lagen auch am Ende des langen Versuchszeitraumes noch bei Werten um 70 %. Die Rückgang der T- und Energie-Aufnahmen über den Versuchszeitraum war deutlicher ausgeprägt als die Veränderungen der OM-Verdaulichkeiten. Dies wurde partiell mit einem Rückgang der Futteraufnahmekapazität nicht-laktierender Schafe durch zunehmende Verfettung erklärt. Kurzfristige Fluktuationen in den Verdau-Zusammensetzung des Pflanzenmaterials erklärt werden, im wesentlichen durch kurzfristige Zu- und Abnahmen in den Gehalten an wasserlöslichen Kohlenhydraten.

Mittels kontinuierlicher Verdauungsversuche an Schafen war es möglich, die Dynamik reifungsbedingter Veränderungen im Futterwert und der Futteraufnahme zweier Weidelgräser im Verlauf des gesamten Frühjahrsaufwuchses zu erfassen.

(1) OMBABI, A., SÜDEKUM, K.-H., TAUPE, F., RAVE, G., (1999): Agribiol. Res. 52 (in Druck)

\* Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Universität Kiel, D-24098 Kiel

64. **Beurteilungskriterien für die Gärqualität von Grassilagen** (Criterions to judge fermentation quality of grass silages). Ehrengard Kaiser\*, Kirsten Weiß und Renate Krause - Berlin

Die Gärqualität von Silagen wird am Auftreten und an der Menge unerwünschter Stoffabbauprodukte gemessen. Bei dem von der DLG empfohlenen Beurteilungsschlüssel (DLG, 1997) zur Einschätzung der Gärqualität werden dafür die Gehalte an Buttersäure (BS) und Essigsäure (ES) sowie der Ammoniakgehalt ( $\text{NH}_3\text{-N}$  in NgEs.) verwendet. Zusätzlich wird der pH-Wert in Bezug zum Trockensubstanz(TS)-gehalt (pH/TS) herangezogen. Bei Anwendung dieses Schlüssels hatte sich gezeigt, dass das Beurteilungsergebnis durch die chemische Zusammensetzung des Ausgangsmaterials, insbesondere durch das Vorhandensein von Nitrat, beeinflusst wird. Wie eigene Untersuchungen der letzten Jahre gezeigt haben, kann es je nach Zusammensetzung des Ausgangsmaterials (AM) zu Über- oder Unterbewertungen der Gärqualität kommen. Ursache für diesen Effekt ist der in Abhängigkeit vom Nitratgehalt unterschiedliche Verlauf der Stoffumsetzungen während der Gärung. Das Gärproduktmuster der Silagen sowie das Verhältnis der Merkmale des unerwünschten Stoffabbaus zueinander ist jedoch in allen Gärungsstadien wesentlich unterschiedlich.

deshalb in allen Garungsstadien wesentlich unterscheiden. Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, die Merkmale der Gärqualität zu bestimmen, mit denen unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des Ausgangsmaterials alle möglichen Stufen der Gärqualität differenziert erfasst und charakterisiert werden können. Dazu wurden die Analysendaten von 570 Laborsilagen ausgewertet: 281 Silagen aus nitratfreiem ( $<1\text{ g NO}_3/\text{kg TS}$ ) AM, 111 aus nitratarmem ( $\geq 1\text{ bis }4,4\text{ g NO}_3/\text{kg TS}$ ) und 178 aus nitratreichem ( $\geq 4,4\text{ g NO}_3/\text{kg TS}$ ) Grünfutter.

**Ergebnis:** Bei nitratreichem Grünfutter sind anaerob stabile Silagen buttersäure(BS)-frei und weisen Essigsäure(ES)- Gehalte  $\leq 3,0\%$  in TS auf ( $n = 92$ ). Bei ES-Gehalten  $> 3,0\%$  in TS liegt bereits anaerobe Instabilität (Umkippen der Gärung) vor. Bei Essigsäurebildung wird Nitrat bis zum Ammoniak reduziert, so dass in diesem Gärungsabschnitt die ES- mit den  $\text{NH}_3$ -Gehalten korrelieren ( $r = 0,83$ ). Die maximal erreichbaren ES-Gehalte sind abhängig von der Höhe des Nitratgehaltes im Grünfutter. Nach Abschluss der Nitratreduktion (und damit Essigsäurebildung) entsteht Buttersäure. Demnach sind sowohl anaerobe Stabilität als auch Umkippen und zunehmender Verderb der Silage bei nitratreichem AM aus den gestaffelten Gehalten an ES und BS ablesbar.

Bei nitratfreiem Grünfutter weisen anaerob stabile Silagen zwar ebenfalls ES-Gehalte  $< 3,0\%$  in TS auf ( $n = 281$ ,  $\text{ES} = 1,03 \pm 0,61$ ). Es können jedoch BS- Gehalte auftreten bis ca. 1,2 %, max. 1,6 % in TS, ohne dass die Ammoniakgehalte ansteigen. Das Stadium der anaeroben Instabilität der Silagen dieses AM ist nicht durch erhöhte ES-Gehalte, sondern vielmehr durch relativ stark ansteigende BS-Gehalte gekennzeichnet, die bei weiterer Lagerung extrem hohe Werte aufweisen können. Die ES-Gehalte bleiben trotz Laktatabbau und fortschreitendem Verderb unverändert niedrig. Mit der Höhe der ES- und BS-Gehalte können daher auch bei diesem AM alle Gärungsstadien erfasst werden. Ursache der  $\text{NH}_3$ -Bildung in Silagen sind Nitratreduktion und, bei fortschreitendem Verderb, Aminosäurenabbau. Diese Prozesse verlaufen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des AM sehr unterschiedlich. Deshalb ist  $\text{NH}_3$  nicht zur AM-unabhängigen Beurteilung der Gärqualität geeignet. Ähnliches gilt auch für pH/TS. Die Auswertung hat zu dem Ergebnis geführt, dass die Gehalte an BS und ES als alleinige Kriterien zur Beurteilung der Gärqualität in allen Gärungsstadien, unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des AM, geeignet sind. Ein entsprechender Bewertungsschlüssel wurde erarbeitet und an 711 Praxissilagen getestet.

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT (DLG), 1997: DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung nach WEISSBACH und HONIG.

\* Institut für Nutztierwissenschaften, Humboldt-Universität Berlin, Fachgebiet Futtermittelkunde, Invalidenstr. 42, D-10115 Berlin

94

65. ***In vitro*-Vergleich der Wirksamkeit von Präparaten auf Basis sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe zur gezielten Beeinflussung der Pansenfermentation (In vitro comparison of the efficacy of products based on secondary plant constituents to manipulate rumen fermentation).** B. J. Sliwinski\*, Carla R. Soliva, Andrea Machmüller und M. Kreuzer – Zürich.

Während ihrer Evolution haben Pflanzen sekundäre Inhaltsstoffe als Schutz gegen den Verzehr durch Bakterien, Pilze und Tiere entwickelt. Einheimische, speziell aber tropische Futterpflanzen beinhalten derartige Substanzen, welche, an Wiederkäuer verfüttert, auch antinutritiv, weil hemmend auf die Pansenfermentation bzw. die Verdauung von Hauptnährstoffen im Futter, wirken können. Es gibt jedoch auch Hinweise dafür, dass durch den Einsatz einiger dieser Stoffe der Proteinabbau im Pansen des Wiederkäuers reduziert werden und dadurch der Gehalt der Ration an im Dünndarm nutzbarem Rohprotein (nXP) gesteigert werden könnte. Dies hätte auch eine günstige Wirkung auf das Ammoniakemissionspotenzial bei der Exkrementlagerung. In der vorliegenden Studie sollten drei im Handel erhältliche Präparate, deren Haupteffekt den enthaltenen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen (Saponin, Tannin bzw. Lignin) zugeschrieben wird, in ihrer Wirksamkeit auf die Pansenfermentation verglichen werden.

Im einzelnen wurden als Saponinquelle das Präparat Micro-Aid®, das einen Extrakt aus *yucca schidigera* enthält, als Tanninquelle das Präparat Prodex®, welches aus *castanea sativa* extrahiert wird, und als Ligninquelle das Präparat L-Plus®, bestehend aus sulfonatfreiem Lignin, eingesetzt. Die Präparate wurden in unterschiedlicher Dosierung (8, 160 und 800 mg Saponin/kg XP; 4 und 20 g Tannin/kg XP; 20 g Lignin/kg XP) in einem RUSITEC-System mit 8 Fermentern zwei Kontrollvarianten, entweder mit oder ohne Sojaextraktionschrot, gegenübergestellt. Für alle Gruppen mit Präparatzulage wurde die Kontrollvariante ohne Sojaextraktionsschrot als Basis verwendet, um so im Vergleich mit den beiden Kontrollgruppen eine mögliche proteininsparende Wirkung der Präparate quantifizieren zu können. Die täglich zugeführte Futtertrockenmasse pro Fermenter betrug 0,5 g Heu, 8,8 g Grassilage und entweder 2,4 g Gerste und 0,8 g Sojaextraktionsschrot oder nur 3,2 g Gerste. Es wurden vier Versuchsdurchgänge durchgeführt. In die Berechnung der Effekte gingen die Mittelwerte aus den Beobachtungen von Tag 5 bis Tag 10 ein.

Der mittlere pH-Wert lag bei 6,9 und unterschied sich zwischen den Versuchsvarianten nicht. Die Bakterienkonzentration im Pansensaft wurde nur bei der Variante mit der höchsten Tanninkonzentration tendenziell gesenkt, während sowohl die jeweils höchste Dosierung des saponin- als auch des tanninenthaltenden Präparats tendenziell die Protozoenzahl je ml Pansensaft reduzierte. Im Vergleich zur Kontrollvariante mit Sojaextraktionsschrot (16,0 mmol NH<sub>3</sub>/l) wurde die Ammoniakkonzentration im Pansensaft durch alle Präparate signifikant gesenkt. Im einzelnen lag die NH<sub>3</sub>-Konzentration bei 12,7, 12,5, 10,7, 11,3, 10,7 und 11,0 mmol/l für die Versuchsgruppen in der oben beschriebenen Reihenfolge. Somit lag bei dem saponinhaltigen und dem tanninhaltigen Präparat auch eine gewisse Dosiswirkungsbeziehung vor. Es ergab sich kein Einfluss auf die scheinbare Abbaurate der organischen Masse. Tendenziell erhöhte sich mit den Präparaten sogar die scheinbare Abbaurate des Rohproteins. Die untersuchten Präparate beeinflussten nach den vorliegenden Ergebnissen den N-Umsatz im Pansen ganz erheblich. Die Senkung der Ammoniakkonzentration bei unverändert hoher scheinbarer Proteinabbaurate lässt auf die Bildung von löslichen Zwischenprodukten (Proteine, Peptide, Aminosäuren) schließen. Nach anderen Untersuchungen bestehen dabei für die einzelnen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe unterschiedliche Wirkungsmechanismen. Im *in vivo*-Experiment ist nun zu klären, ob diese Veränderungen tatsächlich die metabolische Proteinversorgung steigern bzw. die Ammoniakemission aus den Exkrementen verringern.

\* Institut für Nutztierwissenschaften, Tierernährung, ETH Zürich, ETH Zentrum/LFW, CH-8092 Zürich

66. Leaves of *Elaeis guineensis* as a supplement feed to the grass *Panicum maximum* for young West African Dwarf Sheep (Blätter von *Elaeis guineensis* als Ergänzungsfutter zum Gras *Panicum maximum* bei jungen westafrikanischen Zwergschafen). A. Aschfalk\*, H. Steingass, W. Müller, J. Osakwe und W. Drochner - Tromsø/Hohenheim/Berlin

The need for high quality food for a constantly increasing population in the developing countries of the tropics and especially West Africa requires an improvement in the productivity of present agricultural systems. Livestock production in the semi-humid regions of Benin and in neighbouring countries is at a very low yielding subsistence level. To improve feeding of sheep, leaves from so-called multipurpose trees like *Elaeis guineensis* may be used as an alternative feed resource. This plant, commonly called oil palm, is cultivated frequently for the traditional production of palm-oil, palm-wine, and for construction purposes so that it is ubiquitously available for feeding.

To evaluate its feeding value, leaves from this plant were included in feeding trials performed at the National Institute of Agriculture Research in Benin and have been analysed for their crude nutrient and tannin contents at the Department of Animal Nutrition of Hohenheim University, Germany. One group of six young West African Dwarf Sheep (aged between 3 and 6 months, average liveweight 9.2 kg) was fed over a period of six weeks with *Elaeis g.* and the grass *Panicum maximum* (both *ad libitum*) and the daily intake of the group was measured. Both green feeds were offered separated, fresh and chopped. A control group (lambs aged between 3 and 6 months, average liveweight 7.5 kg) received *Panicum m.* only. In addition, lambs in both groups received 85 g DM of wheat bran/animal and day.

The *per capita* intake of the total ration composed of *Elaeis g.*, *Panicum m.* and wheat bran was 69.4 g DM per kg metabolic body weight ( $W^{0.75}$ ) and 56.4 g/kg  $W^{0.75}$  in the control group whose ration was composed only of *Panicum m.* and wheat bran ( $p \leq 0.05$ ). The proportion of *Elaeis g.* consumed of the green fodder ration was 52.6% (28.9 g/kg  $W^{0.75}$ ) and of *Panicum m.* 47.4% (26.0 g/kg  $W^{0.75}$ ). The intake and dietary composition are shown in the table below (% in DM).

Crude nutrient and tannin composition are shown in the table below (% in DM).

fodder plant	crude protein	ether extract	crude fibre	total phenols	tannin phenols	extractable condensed tannins
<i>Elaeis guineensis</i>	10.9	2.0	34.6	2.4	0.5	1.2
<i>Panicum maximum</i>	8.6	1.0	37.8	0.8	0.1	0.0

After six weeks the weight gain of sheep receiving *Elaeis g.* as a supplement was 13.0%, the weight gain of the control group was 10.7% of the initial liveweight. Although OM-digestibility of *Elaeis g.* was only 33% and ME-content not more than 4.4 MJ/kg DM which was determined from the same batch of dried leaves, lambs accepted *Elaeis g.* well and hence compensated its lower energy content. Intake of ME/kg W0.75 was 0.44 MJ for the control group and 0.46 MJ for the supplemented group. Due to the easy availability, its slightly higher protein content and its relative low tannin content, this palm may be used as a supplement feed during the dry season when grasses are

concentration, this palm may be used as a supplement to grazing. It is scarce and of low nutritive value. A better use of browse feed and the combination of cultivation of plants and animal production can lead to an intensified productivity of sheep husbandry and improve the nutrition of the human population.

\* Department of Arctic Veterinary Medicine, The Norwegian School of Veterinary Science, Stakkevollveien 23b, NO-9292 Tromsø, Norway

67. Einfluss einer stärkereichen Fütterung auf das Vorkommen von *Escherichia coli* im Kot von Milchkühen (Influence of a diet rich in starch on the incidence of *Escherichia coli* in the faeces of dairy cows). Karen Gollnisch\*, Kerstin Loose, S. Matthes und G. Flachowsky – Braunschweig/Celle

EHEC (enterohämorrhagische *Escherichia coli*)-Bakterien vermögen beim Menschen eine hämorrhagische Colitis und in ihrer Folge das Hämolytisch-Uràmische-Syndrom auszulösen. Das Serovar O157:H7 wurde am häufigsten bei EHEC-Erkrankungen des Menschen nachgewiesen. Rinder gelten neben anderen Wiederkäuern als Hauptreservoir für EHEC. Aus den USA (DIEZ-GONZALEZ et al. 1998) wurde berichtet, dass die Verfütterung stärkerreicher Mischungen im Gegensatz zu rohfaserreichen Rationen nicht nur zu einer Zunahme in der Zahl, sondern auch der Säureresistenz der *E. coli*-Population in den Fäzes von Mastrindern führt. Zur Deckung ihrer Energieversorgung benötigen gerade Milchkühe stärkerreiche Rationen. Insbesondere Maisstärke führt aufgrund des geringeren ruminalen Abbaus zu einer erhöhten Stärkeanflutung am Dünndarm. Durch den hohen Stärke-By-pass kann es auch zu einem vermehrten Stärkeeintrag und dadurch veränderten Fermentationsbedingungen im Dickdarm kommen. Somit stellt sich die Frage, ob ein stärkerreiches Futter zu einer Erhöhung der Ausscheidung von EHEC über den Kot von Milchkühen beiträgt. Für den Versuch standen 10 Kühe (Deutsche Holstein) mit einem mittleren Anfangsgewicht von 603 kg bei einer durchschnittlichen Milchleistung von 33,4 kg/d FCM zur Verfügung. Sie erhielten über 60 Tage eine Ration aus 40 % Grassilage und 60 % stärkerreichem Kraftfutter (76,4 % geschrotete Maiskörner, 22,1 % Sojaextraktionsschrot, 1,5 % Sojaöl), was zu einer mittleren Stärkeaufnahme von 7,15 kg/d und einer hohen Stärkepassage ( $\approx$  3 kg/d) in den Dünndarm führte. Danach wurden die Tiere wieder auf ein stärkeärmeres Kraftfutter (46 % Trockenschnitzel, 31 % Weizen, 21,5 % Sojaextraktionsschrot, 1,5 % Sojaöl) mit kaum zu erwartendem Stärke-By-pass umgestellt. Den 10 Milchkühen wurde am 30. und 60. Tag der Maisfütterungsperiode sowie am 5., 12. und 30. Tag nach der Umstellung auf das stärkeärmere Kraftfutter frischer Kot aus dem Rektum entnommen. Zur bakteriologischen Untersuchung auf *E. coli* (einschließlich EHEC) wurde 1 g abgewogen und in steriler Ringer-Lösung verdünnt und auf MacConkey Nährboden Nr. 3 mit MUG-Supplement (Fa. Unipath, Wesel) über 24 h bei 37 °C bebrütet. Es wurden die koloniebildenden Einheiten (CFU) der einzelnen Verdünnungsstufen gezählt und auf ihre Fähigkeit zur  $\beta$ -Glucuronidase-Bildung und mit einem *E. coli*-O157-Antiserum (Fa. Dade Behring) überprüft. Zur statistischen Auswertung wurden die Keimzahlen logarithmiert. Außerdem wurde direkt nach der Probenentnahme der pH-Wert im Kot gemessen.

Es bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Keimzahlen von *E. coli* zwischen der stärkereichen und der stärkeärmeren Fütterungsperiode (Tabelle). Alle Kolonien waren im  $\beta$ -Glucuronidase-Test positiv und zeigten keine Agglutination mit dem O157-Antiserum, so dass bei keiner der Kühe EHEC nachgewiesen werden konnte.

**Tabelle: Mittelwerte und Standardabweichungen der Keimzahlen für *E. coli* ( $\log_{10}$  CFU/g) in den zwei Fütterungsperioden**

Zwei Futterungsperioden		Stärkearmes Kraftfutter		
Stärkereiches Kraftfutter 30. d	60. d	5. d	12. d	30. d
5,5 ± 1,8	4,4 ± 1,2	4,3 ± 1,2	4,2 ± 0,9	5,6 ± 1,2

Der pH-Wert im Kot lag in der stärkereichen Fütterungsperiode im Mittel bei  $6,23 \pm 0,32$ , bei stärkeärmerem Kraftfutter wurden mit  $6,53 \pm 0,03$  etwas höhere Werte gemessen.

(1) DIEZ-GONZALEZ, F., CALLAWAY, T.R., KIZOULIS, M.G., RUSSELL, J.B., (1998): Science, 281, 1666-1668.

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

**68. Brain tissue antioxidant status determines stroke volume after experimental focal cerebral ischemia** (Der antioxidative Status des Hirngewebes ist entscheidend für das Infarktvolumen nach experimenteller fokaler zerebraler Ischämie). M. Stohrer\* and M. Stangassinger – München

The occurrence of oxygen radicals during cerebral ischemia and reperfusion is known, but their quantitative relevance for pathophysiology and final outcome is obscure. The objective of this study was to evaluate the contribution of oxygen radicals in the pathophysiology of cerebral ischemia and to test the hypothesis, that adequate antioxidant protection can reduce infarction volumes after experimentally induced strokes.

Vitamin E deficient rats were divided into three experimental groups ( $n = 11$  to 13), which were not repleted ( $DR_0$ ), repleted daily over six weeks with 1 mg/kg B.W. ( $DR_1$ ) or 100 mg/kg B.W. of DL- $\alpha$ -tocopherylacetate ( $DR_{100}$ ). Brain infarction was created by transient occlusion of the right middle cerebral artery (MCAO) for two hours. After 24 hours the measurements of infarct volumes, trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) and vitamin E status were done.

Vitamin E supplementation caused a dose dependent improvement of the antioxidant status which was verified by improved vitamin E availability in brain and blood plasma and elevated antioxidant capacity in lipophilic phase of brain tissue and blood plasma. Stroke volumes could be reduced by 66 % due to supplementation of 1 mg DL- $\alpha$ -tocopherylacetate/kg body weight. Feeding the 100-fold vitamin E dose, a reduction of mean infarct volume of even 81 % could be achieved.

The antioxidant status of brain homogenates (TEAC<sub>brain</sub>) was much higher and not influenced by vitamin E supplementation in contrary to extracts of brain lipophilic phase (TEAC<sub>lip. phase brain</sub>). These differences can be explained by antioxidant enzyme activity in total brain homogenates and selective accumulation of the extreme lipophilic vitamin E in brain membranes.

	$DR_0$	$DR_1$	$DR_{100}$
<i>mmol/l</i>			
TEAC <sub>brain</sub>	7.30 ± 1.20	6.28 ± 1.14	6.92 ± 0.82
TEAC <sub>lip. phase brain</sub>	0.013 ± 0.004	0.031 ± 0.013	0.081 ± 0.032***
Vit. E <sub>brain</sub>	0.002 ± 0.0005	0.012 ± 0.002*	0.040 ± 0.009***
TEAC <sub>blood</sub>	0.88 ± 0.07	1.07 ± 0.11**	1.09 ± 0.12***
Vit. E <sub>blood</sub>	—	0.008 ± 0.003*	0.035 ± 0.008***
<i>mm<sup>3</sup></i>			
Infarct volume	121 ± 76	41 ± 22*	23 ± 19***

Means ± SD, significance of differences tested against  $DR_0$ , Dunn's Multiple Comparisons Test

Ischemia and reperfusion lead to increased generation of oxygen radicals and the brain is especially sensible to lipid peroxidation due to its large amounts of membranes. The achieved effect of 81 % reduction of stroke volume in this study seems to be enormous. Even an improvement of 44 % remains between the high dosage and the group receiving 1 mg vitamin E/kg body weight. To our knowledge this is the first experimental study demonstrating the neuroprotective effect of vitamin E in cerebral ischemia. The results strongly support the hypothesis that the generation of oxygen radicals occurring during reperfusion is an important aspect of the pathophysiological mechanism in brain infarction. A high prophylactic vitamin E supply for patients with an increased risk of stroke can be expected to ameliorate the consequences of brain infarction.

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Universität München,  
Vetärstr. 13, D-80539 München

**69. Antioxidant protection by vitamin E after physical stress in a sled dog model** (Antioxidativer Schutz durch Vitamin E nach extremer physischer Belastung in einem Schlittenhundmodell). M. Stohrer\*, Birgit Seeser, R. Hammer and M. Stangassinger – München

Virtually all animals yield their energy by respiration i.e. by oxygen consumption associated with a negligible generation of oxygen radicals. Extreme physical stress requires increasing respiration and is therefore combined with a rise of oxygen radical generation. The objective of the present study is to enlighten the metabolic as well as clinical significance of augmented oxygen radical production. 41 racing sled dogs were investigated: control group ( $n = 22$ ), fed a standard diet; vitamin E supplemented group ( $n = 19$ ), receiving the same diet with a daily supplementation of 50 mg DL- $\alpha$ -tocopherylacetate/kg body weight over 3 months until the race. The race distance was 7 500 meters and took 20 to 27 minutes. Blood samples were taken immediately before and after the race as well as after 24 hours in order to quantify the physical stress (lactate, glucose), the antioxidant status and consumption (trolox equivalent antioxidant capacity: TEAC, vitamin E) and the clinical meaning (creatinine kinase: CK, glutamate oxalacetate transaminase: GOT).

The strong physical stress was reflected by a slightly less metabolic stress (lactate and glucose rise) in the vitamin E supplemented group. The consumption of antioxidants (TEAC decrease, vitamin E diminution in the supplemented group) indicates a significant oxygen radical production damaging skeletal muscles (CK rise) and liver (GOT rise):

	before racing	after racing	24 h after racing	Vit. E
<b>Lactate</b>	1.29 ± 0.31	4.91 ± 1.83***	1.53 ± 0.37	—
	1.45 ± 0.29	4.80 ± 1.93***	1.61 ± 0.45	50 mg/kg
<b>Glucose</b>	5.99 ± 0.51	6.82 ± 1.03*	6.01 ± 0.48	—
	6.06 ± 0.47	6.35 ± 1.30	5.81 ± 0.53	50 mg/kg
<b>TEAC</b>	0.803 ± 0.066	0.719 ± 0.094*	0.601 ± 0.182***	—
	0.833 ± 0.120	0.759 ± 0.101	0.642 ± 0.154***	50 mg/kg
<b>Vit. E</b>	0.035 ± 0.011	0.036 ± 0.011	0.039 ± 0.011	—
	0.092 ± 0.039	0.088 ± 0.037	0.064 ± 0.031**	50 mg/kg
<b>CK</b>	1.05 ± 0.34	1.75 ± 0.57***	1.78 ± 1.71	—
	1.18 ± 0.56	1.36 ± 0.33	1.33 ± 0.52	50 mg/kg
<b>GOT</b>	0.29 ± 0.11	0.39 ± 0.09***	0.38 ± 0.19	—
	0.26 ± 0.06	0.36 ± 0.08**	0.31 ± 0.09	50 mg/kg

Means ± SD, differences tested against before racing group, Dunn's Multiple Comparisons Test

Vitamin E supplementation limited the injury especially of skeletal muscles, which is elucidated by the less pronounced CK rise.

LUSSIER-CACAN, S., (1996): John Libbey Eurotext, Paris: 129-135  
MACHLIN, L.J., BENDICH, A., (1987): FASEB J. 1: 441-445

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Universität München,  
Vetärstr. 13, D-80539 München

**70. Variierende maternale Vitamin-B<sub>6</sub>- bzw. Riboflavinversorgung während Gravidität und Laktation und deren Einfluß auf die Vitamin-B<sub>6</sub>- bzw. Riboflavinkonzentrationen in Blut, Leber und Gesamtkörper der Nachkommen** (Varying maternal vitamin B<sub>6</sub> and riboflavin supplementation during gravidity and lactation and their effect on the vitamin B<sub>6</sub> and riboflavin concentrations, respectively, in blood, liver, and total body of the offspring). Susanne I. Kettler\* und Dora A. Roth-Maier - Freising-Weihenstephan

Um die Auswirkungen verschiedener maternaler Vitamin-B<sub>6</sub>- und Riboflavinzulagen auf die Nachkommen untersuchen zu können, wurden drei Versuche mit Ratten als Modelltiere angelegt. Im ersten Versuch wurden 80 weibliche Sprague-Dawley Ratten während der Laktationsphase in 10 Behandlungsgruppen eingeteilt, die unterschiedliche Vitamin-B<sub>6</sub>-Zulagen erhielten (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 36, 360, 3600 mg pro kg Futter), wobei die Vitamin-B<sub>6</sub>-Konzentration in der halbsynthetischen Grunddiät 0,2 mg/kg betrug. In den beiden anderen Versuchen erhielten die insgesamt 154 Tiere unterschiedliche Riboflavinzulagen, wobei den Ratten im zweiten Versuch während der Laktationsperiode die halbsynthetische Nahrung mit zehn verschiedenen Riboflavinzulagen (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 40, 400, 4000 mg pro kg Futter) verfüttert wurde (basale Riboflavin-Konzentration 0,9 mg/kg Futter). Im dritten Versuch kam ein zweifaktorielles Versuchsdesign zur Anwendung. Die Tiere wurden schon während der Gravidität in zwei Gruppen mit unterschiedlichen Zulagestufen aufgeteilt (1 und 20 mg pro kg Futter), wobei diese während der Laktation nochmals in drei Untergruppen mit verschiedenen Riboflavinzulagen (1, 5 und 20 mg pro kg Diät) eingeteilt wurden. Alle Versuche endeten am 14. Laktationstag und daraufhin wurden im Blut, in den Lebern und Gesamtkörpern der Nachkommen die Vitamin-B<sub>6</sub>-Konzentrationen bzw. Riboflavin-Konzentrationen mittels HPLC bestimmt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß im ersten Versuch die unterschiedlichen Vitaminzulagen keinen Einfluß auf die Gesamtkörper- und Lebergewichte der Jungtiere am 14. Tag der Laktation erkennen ließen. Bei den Gesamtkörpergewichten der Jungtiere in der zweiten Untersuchung zeigte sich in der Riboflavinmangelgruppe (Zulage von 0 mg/kg Futter) ein Effekt durch die Riboflavinversorgung in der Laktation. Im Blut, in den Lebern und Gesamtkörpern der Jungtiere (1. Versuch) wurde eine leichte Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der maternalen Riboflavinversorgung in der Laktation und den Vitamin-B<sub>6</sub>-Konzentrationen in den Geweben der Jungtiere deutlich. Auch im zweiten Experiment zeigte sich eine leichte Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der mütterlichen Riboflavinversorgung über die Ernährung und den Riboflavin-Konzentrationen in Blut und Gesamtkörper der Nachkommen, wobei eine Riboflavin-Zulage über 8 mg in einer Sättigung der Riboflavin-Konzentration des Körpers resultierte. Eine Zulage über 2 mg Riboflavin pro kg Futter hatte keine Auswirkungen mehr auf die Riboflavin-Konzentration in der Leber. Im dritten Versuch hatten die unterschiedlichen Vitaminzulagen keinen Einfluß auf die Gesamtkörper- und Lebergewichte der Jungtiere am 14. Tag der Laktation. Es zeigte sich jedoch, daß die Riboflavin-Konzentrationen aller drei untersuchten Probenmaterialien überwiegend durch die einzelnen Riboflavin-Zulagestufen während der Gravidität bestimmt wurden, während die einzelnen Riboflavin-Zulagestufen während der Laktation keinen bzw. nur einen sehr geringen Einfluß auf die Riboflavin-Konzentrationen in Blut, Leber und Gesamtkörper hatten.

Zusammenfassend läßt sich aus diesen Ergebnissen folgern, daß, im Hinblick auf eine gesunde Entwicklung der Nachkommen, eine sowohl bedarfsdeckende Vitamin-B<sub>6</sub>-Versorgung (5-6 mg/kg Futter bei der Ratte) [1] als auch bedarfsdeckende Riboflavinversorgung (8-9 mg/kg Futter bei der Ratte) [2] der Mütter während der Laktation notwendig ist und daß eine hohe Versorgung mit Riboflavin während der Gravidität eine mangelnde Versorgung während der Laktation nur unzureichend kompensieren kann.

[1] BENEDIKT, J., ROTH-MAIER, D.A., KIRCHGESSNER, M., (1996): Z. Ernährungswiss. 35, 273-281

[2] ROTH-MAIER, D.A., HIRSCHVOGL, G., EDER, K., KIRCHGESSNER, M., (1997):

Z. Ernährungswiss. 36, 176-181

\* Institut für Ernährungswissenschaften, Technische Universität München, D-85350 Freising

**71. Einfluss einer hohen alpha-Tocopherylacetat-Supplementation des Futters von Zuchthennen auf Wachstum und Legeleistungsmerkmale der Nachkommen** (Influence of high alpha-tocopheryl-acetate in the breeding hen diet on growth and laying performance of progeny). Ingrid Halle\*, Stephanie Danikowski, Daniela Engelmann und G. Flachowsky - Merbitz/Hannover/Braunschweig

Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, den Einfluß der Anreicherung des Zuchthennenfutters der Versuchsgruppe mit 20 g Vitamin E pro kg im Vergleich zur Kontrolle (20 mg Vitamin E/kg) nach einer Fütterungsduer von 40 Wochen auf das Wachstum der Nachkommen und auf die Leistungsmerkmale in der folgenden Legeperiode zu ermitteln. In den vorausgegangenen Untersuchungen an den Elterntieren konnte bereits ein gesicherter Einfluß der hohen Vitamin E-Zulage auf die Befruchtungsrate, die embryonale Mortalität und den Gehalt an Vitamin E in der Leber der Nachkommen der Versuchsgruppe im Vergleich zu den Kontrolltieren nachgewiesen werden (1; 2). Als Nachkommen der Zuchthennen standen aus einem Schlupf pro Kontroll- und Versuchsgruppe 100 Küken für die Aufzucht zur Verfügung. Die Aufzucht erfolgt bis zur 18. Lebenswoche in Bodenhaltung. Die Tiere wurden am 1. Lebenstag (Einstallung), mit 8 und 18 Lebenswochen gewogen und der Futterverzehr ermittelt. Anschließend wurden pro Kontroll- und Versuchsgruppe 36 Junghennen, in einer Batterie bei Einzelhaltung aufgestellt. Im folgenden Prüfabschnitt war die Futteraufnahme ad libitum, der Futterverbrauch wurde vierwöchentlich, die Legeintensität täglich erfaßt. Das Küken-, Junghennen- und Legehennenfutter der Nachkommen der Kontroll- und der Versuchsgruppe wies einen Vitamin E-Gehalt von 15/15/19 mg pro kg auf.

Die intensive Anreicherung des Kükengewebes mit Vitamin E, resultierend aus einer hohen Anreicherung des Zuchthennenfutters der Versuchsgruppe, führte zu einer verringerten Futteraufnahme bei den Nachkommen im Vergleich zur Kontrolle. Die gesichert höhere Futteraufnahme der Kontrollhennen veränderte nicht die Legeleistungsmerkmale, sondern die Körpermasse (Tab. 1).

Tabelle 1: Ermittelte Merkmale (Student-Newman-Keuls-Test,  $P \leq 0,05$ )

Merkmal / Nachkommen der Zuchthennen	Kontrolle	Versuchsgruppe
Wachstum: Männliche Nachkommen, g/Tier		
Schlupf	44,3 a	46,6 a
Ende 8. Lebenswoche	724 a	668 b
Ende 18. Lebenswoche	2154 a	2157 a
Futteraufwand, 18 Wochen, g/g	3,88 a	3,56 b
Wachstum: Weibliche Nachkommen, g/Tier		
Schlupf	43,3 b	45,3 a
Ende 8. Lebenswoche	623 a	559 b
Ende 18. Lebenswoche	1497 a	1454 a
Futteraufwand, 18 Wochen, g/g	5,58 a	5,30 b
Legeleistungsmerkmale (23.- 46. Lebenswoche):		
Futteraufnahme, g/Henne	122,5 a	117,7 b
Legeintensität, %	90,5 a	90,9 a
Einzeleimasse, g/Ei	60,1 a	58,6 a
Futteraufwand, g/g	2,30 a	2,25 a
Körpermasse, Ende 46. Lebenswoche, g/Henne	2084 a	1970 b

(1) ENGELMANN, D., HALLE, I., SALLMANN, H.-P., FLACHOWSKY, G., (1999): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8; S.131

(2) DANIKOWSKI, S., HALLE, I., SALLMANN, H.-P., FLACHOWSKY, G., (1999): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8; S.130

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institutsteil Merbitz, D-06193 Nauendorf/Saalkreis

72. Untersuchungen zu Vitamingehalten ( $\beta$ -Carotin, Tocopherole, Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und B<sub>6</sub>) häufig verwendeter Einzelfuttermittel (in toto/entschält) für Ziervögel ( $\beta$ -Carotene, Tocopherol, Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>6</sub> contents in seeds [in toto, in kernels and in hulls] commonly used in pet bird nutrition). Karen Heisler\*, H.-P. Sallmann und J. Kamphues - Hannover

Körnerfressende Ziervögel werden traditionell mit Mischungen unterschiedlicher Saaten und Samen gefüttert, zu deren Vitamingehalten nur wenige Daten vorliegen. Die Einschätzung der Vitaminversorgung von Ziervögeln wird zum einen durch die selektive Aufnahme einzelner Komponenten einer Mischung erschwert, zum anderen durch ihr besonderes Futteraufnahmeverhalten, da die Sämereien in der Regel nicht in toto, sondern nach dem Entschälen nur die inneren Anteile (Kerne) aufgenommen werden.

Ziel vorliegender Untersuchung war daher eine nähere Charakterisierung der Vitaminversorgung von Ziervögeln bei einer Fütterung nicht supplementierter Saaten unter Berücksichtigung des spezifischen Futteraufnahmeverhaltens dieser Tiere. Die Vitamine  $\beta$ -Carotin, B<sub>1</sub> (Thiamin), B<sub>2</sub> (Riboflavin), B<sub>6</sub> und Tocopherole wurden in der ganzen Saat, den manuell gewonnenen Schalen sowie in den Kernen (=tatsächliche Aufnahme) von fettreichen Saaten (Sonnenblumensaats, Kardi, Hanf, Erdnuss, Kürbissaat, Rübsen, Negersaat) sowie von kohlenhydratreichen Saaten (Buchweizen, Haferkerne, Mais, Glanz, Silberhirse) mittels HPLC (Tocopherole: alkalische Verseifung, Hexanextraktion, rp-HPLC; B-Vitamine [alle]: saurer Aufschluss, enzymatische Hydrolyse; Thiamin: Vorsäulen-derivatisierung, rp-HPLC; Riboflavin: rp-HPLC; Vitamin B<sub>6</sub>: Ionenpaarchromatographie) bestimmt, wobei je 3 Chargen unterschiedlicher Herkunft zur Untersuchung gelangten.

Fettreiche Saaten wiesen im Kern allgemein höhere Gesamt-Tocopherol-Gehalte (100-600  $\mu\text{g/g TS}$ ) als kohlenhydratreiche Saaten (5-65  $\mu\text{g/g TS}$ ) auf. In Sonnenblumensaats, Kardi, Erdnüssen und Negersaat wurden dabei mehr als 70 %  $\alpha$ -Tocopherol nachgewiesen, während Hanf, Kürbissaat, Rübsen, Buchweizen, Mais, Glanz und Silberhirse mehr als 50 % ( $\beta+\gamma$ )-Tocopherol enthielten. Die Gesamt-Tocopherolgehalte je 100 g Rfe im Kern variierten sehr stark (5,6-316 mg/100 g Rfe). Beim  $\alpha$ -Tocopherol wurden im Kern Gehalte zwischen 0,4 (Glanz) und 104 mg/100 g Rfe (gestreifte Sonnenblumensaat) nachgewiesen. Die Thiamingehalte [Bedarf beim Nutzgeflügel (NRC 1994): 1-2 mg/kg Futter] der Kerne variierten zwischen 2,7 und 20,7  $\mu\text{g/g TS}$ . Hohe Gehalte (>10  $\mu\text{g/g TS}$ ) wurden in den Kernen von Sonnenblumensaat und Hanf, niedrigere Gehalte (<5  $\mu\text{g/g TS}$ ) in Kürbiskernen und Mais ermittelt. Bei allen untersuchten Saaten (Ausnahme: Negersaat) wurden in den Kernen Riboflavingehalte [Bedarf beim Nutzgeflügel (NRC 1994): 2,5-4,0 mg/kg Futter] von <4  $\mu\text{g/g TS}$  nachgewiesen. Außerdem war dieses Vitamin nicht primär im Kern lokalisiert, sondern zu einem relativ großen Prozentsatz in den Schalen enthalten (Konzentration: 48-124 % relativ zur intakten Saat). In den Kernen der hier untersuchten Einzelfuttermittel wurden Vitamin B<sub>6</sub>-Gehalte [Bedarf beim Nutzgeflügel (NRC 1994): 2,5-4,5 mg/kg Futter] zwischen 1,5 und 14,6  $\mu\text{g/g TS}$  ermittelt: Hohe Vitamin B<sub>6</sub>-Gehalte waren in Sonnenblumensaats, Kardi, Hanf und Rübsen (>8  $\mu\text{g/g TS}$  in den Kernen) enthalten. Die Vitamin B<sub>6</sub>-Konzentrationen in Erdnüssen, Kürbis-, Hafer-, Glanz- und Silberhirsekernen betragen weniger als 4  $\mu\text{g/g TS}$ .

Verglichen mit entsprechenden Empfehlungen für das Nutzgeflügel dürfte eine bedarfsdeckende Versorgung von Ziervögeln mit  $\beta$ -Carotin nicht bzw. mit Riboflavin nur bedingt über die hier untersuchten Saaten ohne Supplementierung möglich sein. Eine marginale bis unzureichende Versorgung ist zudem je nach Hauptkomponente des Mischfutters bzw. entsprechender Selektion durch den Vogel bei Vitamin E und B<sub>6</sub> (z.B. Glanz) zu erwarten. Die Versorgung mit Thiamin dürfte bei Fütterung der hier untersuchten Saaten ausreichend sein.

\* Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

73. Bestimmung des Erhaltungsbedarfs der Aminosäuren Lysin, Methionin+Cystein, Threonin und Tryptophan ausgewachsener Sauen (Determination of the amino acid requirements of Lysine, Methionine+Cysteine, Threonine and Tryptophan for maintenance in adult sows). Bettina M. Jahn\* und F. X. Roth - Freising-Weihenstephan

Im Hinblick auf die Gestaltung des idealen Proteins in der Schweinefütterung stellt sich die Frage nach dem Erhaltungsbedarf essentieller Aminosäuren für ausgewachsene, nicht in Leistung befindliche Sauen. Ziel dieser Studie war es, den Erhaltungsbedarf einzelner Aminosäuren bei N-Gleichgewicht festzulegen. Dazu wurden die zu untersuchenden Aminosäuren in vier verschiedenen Gehaltsstufen in einer chemisch definierten Diät, deren einzige N-Quelle kristalline Aminosäuren waren, verfüttert. Die N-Zufuhr war konstant bei 320 mg N je kg metabolisches Körpergewicht und Tag. Das Muster der essentiellen Aminosäuren wurde in Anlehnung an die von FULLER et al. (1989) ermittelten Werte für den Erhaltungsbedarf wachsender Schweine zusammengestellt, wobei ein Sicherheitszuschlag von 20 % gemacht wurde, um die Bedarfsdeckung sicherzustellen. Die Gehaltsstufen der zu untersuchenden Aminosäure lagen bei 100, 60, 30 und 0 % des von FULLER et al. (1989) ermittelten Bedarfs. In den Gehaltsstufen 0 % wurde die kristalline Aminosäure nicht zugegeben, es wurden jedoch Reste der Aminosäuren in der Maisstärke gefunden, die in den Berechnungen berücksichtigt wurden. Die Energiezufuhr betrug 0,46 MJ ME je kg metabolisches Körpergewicht und Tag und deckte den energetischen Erhaltungsbedarf. Jeweils vier der zwölf Tiere gehörten einer Gruppe an, der die Rationen einer Aminosäure in absteigender Reihenfolge der Gehaltsstufen verabreicht wurden. Nach den Vorperioden wurden fünf Tage lang Kot und Harn gesammelt. Die Gewinnung des Harns erfolgte mittels Harnblasenkatheter. Für die Erstellung der N-Bilanz (bezogen auf das metabolische Körpergewicht und den Tag) wurden die N-Gehalte von Futter, Harn und Kot nach der Methode von Kjeldahl bestimmt. Während die Abnahme der Zufuhr der untersuchten Aminosäure keine Auswirkungen auf die N-Ausscheidungen im Kot hatte, konnten im Harn ansteigende N-Gehalte gemessen werden. Folglich nahm auch die N-Retention ab und nahm negative Werte an. Folgende lineare Regressionsgleichungen von Aminosäureaufnahme und N-Bilanz wurden mit dem Statistikprogramm SAS berechnet  
(y = N-Bilanz [ $\text{gN/d/kg}^{0.75}$ ]; x = AS-Aufnahme [ $\text{mg/d/kg}^{0.75}$ ]):

**Lys:**  $y = 0,0011x - 0,0418$  bei  $y = 0$ :  $x = 38 \text{ mg Lys /d/kg}^{0,75}$   
 $R^2 = 0,5295$   $\alpha = 0,0021$   $s_{y,x} = 0,014$

$$\mathbf{M+C:} \quad y = 0,0036x - 0,1192 \quad \text{bei } y = 0: \quad x = 33 \text{ mg M+C /dkg}^{0,75}$$

$$R^2 = 0,8371 \quad \alpha = 0,0001 \quad S_{y,x} = 0,029$$

**Thr:**  $y = 0,0026x - 0,1076$  bei  $y = 0:$   $x = 41 \text{ mg Thr/d/kg}^{0,75}$   
 $R^2 = 0,7462$ ,  $\alpha = 0,0001$ ,  $s_{y,x} = 0,015$

$$\text{Trp: } y = 0,0075x - 0,0788 \quad \text{bei } y = 0: \quad x = 11 \text{ mg Trp /d/kg}^{0,75}$$

$$R^2 = 0,6352 \quad a = 0,0001 \quad s = 0,024$$

Durch die Berechnung der linearen Regressionen konnte der Erhaltungsbedarf der Aminosäuren im N-Gleichgewicht, das heißt bei einer N-Bilanz von 0, ermittelt werden.

FULLER, M.E., McWILLIAM, R., WANG, T.C., GILES, I.R. (1980): Br. J. Nutr. 62, 255-267.

\* Institut für Ernährungswissenschaften, Technische Universität München, D-85350 Freising

**74. Bioverfügbarkeit von Lysin verschiedener proteinreicher Futtermittel beim Schwein<sup>1</sup>**  
(Bioavailability of lysine of cassava leaf meal, fish meal, soya beans and soya bean meal in pigs). J. A. Agunbiade und A. Susenbeth\* - Kiel/Ago-Iwoye, Nigeria

Bei der Bestimmung der Bioverfügbarkeit von Aminosäuren beim Schwein haben als Methoden der vergleichende Wachstums- oder N-Bilanzversuch und die praecaecale Verdaulichkeit die größte Bedeutung erlangt. Die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methode sind in der Literatur ausführlich diskutiert. Der vergleichende Wachstums- oder N-Bilanzversuch (slope-ratio assay) gilt als das direkteste Verfahren [„ultimate standard“ (1)] und gibt damit die entscheidende Antwort auf die Frage nach der Bewertung der Futtermittel. Gegen dieses Verfahren wird jedoch eingewandt, dass die Ergebnisse das kombinierte Resultat von Verdaulichkeit und post-absorptiver Verwertung sei. Eine rein futtermittelbezogene Bewertung sei erschwert, da das Versorgungsniveau mit Protein, Aminosäuren und Energie sowie genetische und andere tierbedingte Faktoren den Proteinansatz und damit die Aminosäurenverwertung beeinflussen. Neuere Untersuchungen konnten jedoch zeigen, dass der Proteinansatz unabhängig von der Proteinaufnahme (2), der Energieversorgung und genetischen Unterschieden im Wachstumspotential der Tiere (3) ist, wenn die zu prüfenden Aminosäure der erst-limitierende Nährstoff ist und die Versorgung mit ihr unterhalb des Niveaus liegt, das zum Erzielen eines maximalen Proteinansatzes erforderlich ist. Aufgrund dieser Befunde kann daher ein entsprechend angelegter Wachstums- und N-Bilanzversuch präzise Informationen über die Verdaulichkeit liefern, die der sogenannten wahren Verdaulichkeit entsprechen müssten.

Gegenstand der Untersuchungen war die Ermittlung der Bioverfügbarkeit von Lysin aus Cassavablättern (XP 313, Lysin 15, ADF 300 g/kg TS), Fischmehl (Lysin 41 g/kg), hitzebehandelten Sojavollbohnen (Lysin 23 g/kg) und Sojaextraktionsschrot (Lysin 31 g/kg) mit Hilfe des vergleichenden N-Bilanzversuchs, wobei Kasein als Referenz diente. Es wurden 12 kastrierte, männliche Schweine im Gewichtsbereich 40 - 60 kg verwendet, bei denen in 3 aufeinander folgenden Versuchssperioden der N-Ansatz ermittelt wurde. Die Kontrollgruppe erhielt ausschließlich die Basaldiät, die eine Lysinaufnahme von 6 g/d sicherstellte. Die Versuchsgruppen erhielten zusätzlich Kasein oder die zu prüfenden Futtermittel jeweils in einer Menge, die die Lysinaufnahme um weitere 6 g/d erhöhte. Ergänzungen mit anderen essentiellen Aminosäuren stellten sicher, dass Lysin erstlimitierend war. Die Energieaufnahme betrug im Mittel 1,1 MJ ME/kg W<sup>0,75</sup>, sodass der Proteinansatz nicht durch die Energieaufnahme begrenzt wurde. Pro Gruppe lagen 6 Beobachtungen vor.

Wird die Erhöhung des Proteinansatzes pro g Lysinaufnahme in der Kaseingruppe gleich 100 gesetzt, ergeben sich relative Werte für die Cassavablätter, das Fischmehl, die Sojavollbohnen und das Sojaextraktionsschrot von 56, 91, 88 bzw. 95 % bei einem mittleren Standardfehler von 4 %. Die Ergebnisse zeigen, dass die Lysinverfügbarkeit von Cassavablättern trotz des hohen Fasergehalts beachtlich ist, und diese daher in entsprechenden tropischen Ländern als Proteinergänzung in Schweinerationen interessant sein können. Die hohen Werte für die Verfügbarkeit von Lysin aus Fischmehl und Sojaextraktionsschrot stimmen mit Literaturwerten überein und liegen höher als solche, die mit Hilfe der Methode der praecaecalen Verdaulichkeit erhalten wurden (1).

(1) LEWIS, A.J., BAYLEY, H.S., (1995): In: Bioavailability of nutrients for animals. AMMERMAN, C.B., BAKER, D.H., LEWIS, A.J., (eds.). Academic Press, New York. (2) LANGER, S., FULLER, M.F. (1996): Br. J. Nutr. 76, 743-754. (3) SUSENBETH, A., DICKEL, T., DIEKENHORST, A., HÖHLER, D., (1999): J. Anim. Sci. 77, 2985-2989.

<sup>1</sup> Die Untersuchung wurde ermöglicht durch ein Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung.

\* Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Universität Kiel, D-24098 Kiel

**75. Verwertbarkeit von freiem Lysin bei der Forelle** (Availability of free lysine to rainbow trout). M. Rodehutscord\*, Z. Gregus, F. Borchert und E. Pfeffer - Halle (Saale)/Bonn

In 2 Versuchen wurde der Frage nach der Verdaulichkeit und der Verwertbarkeit von freiem Lysin bei der Regenbogenforelle nachgegangen. Die Versuche erstreckten sich über 56 Tage, während der die Fische rationiert von Hand gefüttert wurden. Jede Futtermischung wurde an 3 Becken gegeben, die mit je 20 Forellen besetzt waren (Anfangsmasse 50 g/Fisch). Der Ansatz von Lysin wurde mittels vergleichender Ganzkörperanalyse bestimmt. Die Verdaulichkeit wurde unter Verwendung von HCl-unlöslicher Asche als Indikator nach Sammlung des Kotes mittels einer Sedimentationseinheit für jedes Becken bestimmt.

In Versuch 1 wurden zwei Lysinquellen miteinander verglichen: L-Lysin-HCl (Eurolysine) und L-Lysin-Sulfat (Biolys, Degussa-Hüls AG). Zum Einsatz kam eine lysinarme Grundmischung auf der Basis von Weizenkleber, Stärke und Ölen (je kg T 550 g XP und 9,0 g Lys), in der alle übrigen essentiellen Aminosäuren mindestens bedarfsdeckend enthalten waren. In 4 weiteren Mischungen wurden beide Lysinquellen in je 2 Stufen à 4 g Lysin/kg T zugelegt. Damit war auch auf der hohen suboptimal angesehen werden kann (17 g Lys/kg T). Die Zulage von Lysin beeinflusste nicht die Lysin-Ausscheidung mit dem Kot. Die Verdaulichkeit beider Lysinquellen betrug daher 100%. Die lineare Regression des Lys-Ansatzes gegen die Lys-Aufnahme (Abb. 1) ergab eine Steigung von 0,70 für Lysin-HCl und von 0,66 für Lysin-Sulfat, wobei diese beiden Koeffizienten nicht signifikant voneinander verschieden waren ( $p=0,62$ ). Für beide Lysinquellen darf daher die gleiche mittlere Verwertbarkeit von 68% angenommen werden.

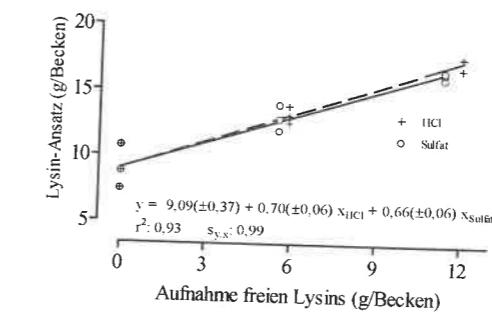


Abb. 1: Lysin-Verwertung in Versuch 1

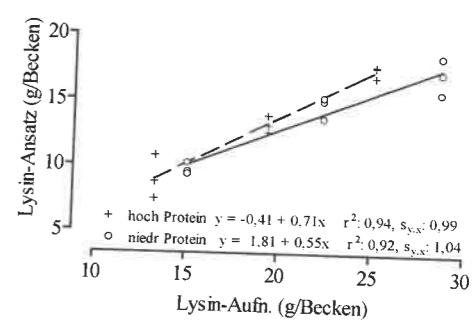


Abb. 2: Lysin-Verwertung in Versuch 2

In Versuch 2 wurden 2 Grundmischungen mit unterschiedlichem XP-Gehalt (350 und 550 g/kg T), aber gleichem Lysingehalt (9 g/kg T) verwendet. In der Mischung mit dem niedrigen XP-Gehalt stammten ca. 60% des N aus freien Aminosäuren, während die Mischung mit dem hohen XP-Gehalt identisch mit der Grundmischung aus Versuch 1 war. Zu beiden Mischungen wurde L-Lysin-HCl in 2 Stufen à 4 g Lysin/kg T zugelegt. Auch in diesem Versuch erwies sich das freie Lysin als zu 100% verdaulich. Die Lysinretention stieg allerdings bei dem hohen XP-Gehalt mit zunehmender Lysinaufnahme stärker an als bei dem niedrigen XP-Gehalt (Abb. 2). Die Steigung der beiden Geraden war um 0,16 Einheiten verschieden ( $p=0,11$ ). Vermutlich hat der hohe Anteil der freien Aminosäuren in der Mischung mit dem niedrigen XP-Gehalt zu einem stärkeren Ungleichgewicht der Steigerungsversuche mit freiem Lysin, die bei einem niedrigen XP-Gehalt durchgeführt wurden, überschätzen möglicherweise den Bedarf.

\* Institut für Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg, D-06099 Halle (Saale)

**76. Ergebnisse zum altersabhängigen Threoninbedarf aktueller Broilergenotypen** (Threonine requirement of actual broiler-genotypes in different age periods). M. Rimbach\* und F. Liebert - Göttingen

In den Untersuchungen wurde der Threoninbedarf männlicher Broiler auf Basis von N-Bilanz-Versuchen und Anwendung eines exponentiellen N-Verwertungsmodells, zurückgehend auf GEBHARDT (1966), ermittelt. Es standen zwei Broilergenotypen, COBB 500 und ROSS 208, im Alter vom 10. - 15., 20. - 25. und 30. - 35. Lebenstag in N-Bilanzversuchen mit 5-tägiger Sammelperiode. Jeder Altersabschnitt umfasste 36 Tiere je Genotyp. Die Versuchsdiäten basierten auf HP-Sojaextraktionsschrot als alleinigem Proteinträger und wurden durch L-Lysin und DL-Methionin ergänzt, um den Limitierungsbereich für Threonin zu gewährleisten. Die Aminosäuren-relationen waren in allen Versuchsdiäten identisch (Lys [1] : Met/Cys [0,79] : Thr [0,56] : Trp [0,19] : Arg [1,06]). Den Ableitungen lagen die mittleren Grenzwerte des max. N-Retentionsvermögens männlicher Broiler von RIMBACH und LIEBERT (1999) zugrunde. Die zur Festlegung der Leistungshöhe verwendeten Rohproteinansätze sowie die Vorgaben für altersabhängige Verzehrs-höhen stammen aus eigenen Wachstums- und Schlachtversuchen, die mit der Herkunft COBB 500 durchgeführt wurden. Ausgewählte Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Altersabschnitt	10. - 15. Tag		20. - 25. Tag		30. - 35. Tag	
	Cobb	Ross	Cobb	Ross	Cobb	Ross
Grenzwert des max. N-Retentionsvermögens / $LM_{kg}^{0,67}$ (mg/d)	3753		3164		2696	
bc <sup>-1</sup> (Thr-Wirksamkeit)	101 <sup>a</sup>	97 <sup>a</sup>	116 <sup>b</sup>	128 <sup>c</sup>	136 <sup>c</sup>	145 <sup>d</sup>
Thr-Bedarfsableitung nach vorgegebenen Parametern						
Mittlere LM (g)	270		780		1400	
Mittlerer XP-Ansatz (g/d)	5,5		10,0		12,0	
Mittlere T-Aufnahme (g/d)	40		80		119	
Thr-Bedarf / $LM_{kg}^{0,67}$ (mg/d)	747 <sup>a</sup>	787 <sup>a</sup>	766 <sup>a</sup>	699 <sup>b</sup>	661 <sup>b</sup>	615 <sup>c</sup>
Notw. Thr-Gehalt im Futter (%)	0,699 <sup>ac</sup>	0,736 <sup>a</sup>	0,730 <sup>a</sup>	0,666 <sup>bc</sup>	0,626 <sup>b</sup>	0,582 <sup>d</sup>

Verschiedene Hochbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ ; LSD-Test).

Die gezeigten Differenzen der Thr-Wirksamkeit zwischen den Altersabschnitten folgen den altersabhängigen Veränderungen des max. N-Retentionsvermögens und sind zunächst nur innerhalb eines Altersabschnittes vergleichbar. Bei ROSS-Broilern ist eine signifikante Verringerung des Thr-Bedarfes /  $LM_{kg}^{0,67}$  mit zunehmendem Alter nachzuweisen. COBB-Broiler zeigten diesen Verlauf des Thr-Bedarfes erst im letzten Abschnitt. Im Alter vom 20. - 25. und 30. - 35. Tag lag der Thr-Bedarf der COBB-Broiler signifikant höher. Die entsprechend realer Verzehrs-höhen notwendigen Thr-Gehalte im Futter reflektieren diese Genotypunterschiede im Thr-Bedarf. Die Ursachen für die beobachteten Bedarfsunterschiede bedürfen weiterer Abklärung, ebenso deren Relevanz für die Ableitung von leistungsabhängigen Bedarfswerten für wachsende Broiler.

GEBHARDT, G., (1966): In: HOCK, A. (Hrsg.): Vergleichende Ernährungslehre des Menschen und seiner Haustiere. Fischer Verlag, Jena, 323-348.  
RIMBACH, M., LIEBERT, F., (1999): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 49.

\* Institut für Tierphysiologie und Tierernährung, Georg-August-Universität Göttingen, Kellnerweg 6, D-37077 Göttingen

**77. Einfluss einer negativen RNB auf die N-Bilanz laktierender Milchkühe** (Influence of a negative ruminal N-balance on N-balances of lactating dairy cows). A. Holthausen\*, M. Rodehutscord, M. Trimborn und E. Pfeffer - Bonn/Halle (Saale)

In zwei aufeinanderfolgenden Versuchsperioden wurde der Einfluss einer negativen Ruminalen-Stickstoff-Bilanz (RNB) auf Leistung und N-Ausscheidungen an 4 Milchkühen untersucht. Jede Periode umfasste 3 Wochen Vorfütterung und 10 Tage Sammelperiode. Die Trockenmasse der Ration bestand zu 48% aus Maissilage, zu 9% aus Heu und zu 43% aus Kraftfutter (Hauptkomponenten: Zitrusrest, Weizen, Raps- und geschütztes Sojaextraktionsschrot). Die Ration war für hohe Leistungen hinsichtlich NEL und nutzbarem Rohprotein (nXP) ausgeglichen und wurde tierindividuell entsprechend der erbrachten Leistung zugeteilt. Das Kraftfutter wurde auf 6 Mahlzeiten pro Tag verteilt. Aufgrund der verwendeten Komponenten ergab sich für die Ration eine negative RNB. In jeder der beiden Perioden erhielten zwei Kühe eine zusätzliche Harnstoffgabe, mit der die RNB ausgeglichenen Kraftfutter eingemischt. Von jedem Tier liegen daher für beide Behandlungen Bilanzdaten vor. Im Mittel betrug die Differenz der RNB zwischen beiden Behandlungen 94g N/d.

Kalkulierte Gehalte in der Ration, T-Aufnahme und Milchmenge sowie N-Aufnahme und N-Ausscheidung (Mittelwerte ± Standardabweichungen, n=4)

RNB, g N/kg T	0	-5
NEL, MJ/kg T	7,0	7,0
nXP, g/kg T	155	155
XP, g/kg T	156	127
T-Aufnahme, kg/d	18,7 ± 2,1	18,8 ± 1,4
Milchmenge, kg/d	29,4 ± 5,0	30,5 ± 3,4
g/d		
N-Aufnahme	468 ± 55	383 ± 32
Kot-N	144 ± 23	149 ± 9
Harn-Harnstoff-N	134 ± 11	54 ± 10
Harn-Nicht-Harnstoff-N	57 ± 14	49 ± 7
Milch-Protein-N	120 ± 17	128 ± 8
Milch-Nicht-Protein-N	14 ± 4	11 ± 2
N-Bilanz	-2 ± 5	-7 ± 10

Die Milchleistung der Kühle war auch bei deutlich negativer RNB nicht geringer als bei einer ausgeglichenen RNB. Ebenso wenig konnte ein Einfluss auf den Proteingehalt der Milch festgestellt werden. Der Differenz in der N-Aufnahme von 85g/d steht ein Unterschied in der Harnstoff-N-Ausscheidungen im Harn von 80g/d gegenüber. Es ist davon auszugehen, dass der Körperharnstoff in starkem Maße rezykliert werden kann und im Pansen für die mikrobielle Proteinsynthese zur Verfügung steht.

\* Institut für Tierernährung, Endenicher Allee 15, D-53115 Bonn

**78. Effect of supplementary feeding on herbage intake, performance and N-utilisation of high-altitude pastured cows** (Einfluss von Beifutter auf Grasverzehr, Leistung und N-Verwertung von Kühen auf hochalpinen Weiden). N. R. Berry\*, F. Sutter and M. Kreuzer – Zürich

At 2000 m a.s.l., it was previously estimated that the additional maintenance energy requirement (MER) of dairy cows was +1.05 of the lowland resting MER. This large energy deficit resulted in a decline in milk yield of up to 0.5 of initial values within only 3 months of alp pasturing (1). Lactation losses amount to 641 kg milk compared to controls fed a typical ration at lowland, which was in part due to a failure of alp grazed cows to reach normal yields when returned to lowland (2).

24 March-calving Brown Swiss cows (29 kg milk/head/d), 12 per season, were alp pastured and received either no supplement (n=8) or a high energy (8.6 MJ NEL) low protein (54g CP/kg DM) supplement (wheat starch:maize, 1:1) offered at 0.5 (n=4) or 1.0 (n=8) of daily MER. A further group (n=4) received a high energy/protein (193 g CP/kg DM; by additional maize gluten) supplement equivalent to 1.0 of MER and maintenance protein requirements (MPR). Three collection weeks (3, 7 and 11) per alp season with spot sampling of feed, faeces, urine and milk quantified effects of supplementation using the alkane marker (CRC) technique to estimate pasture intake and digestibility *in vivo* (3) and regression formulae to determine urine volume.

Supplemented cows showed a highly significant depression in pasture intake in both seasons ranging from -5 to -7 kg/d DM compared to controls. The substitution of herbage intake per kg supplement was 2.6, 1.5 and 1.7 kg DM for the +0.5 MER, +1.0 MER and +1.0 MER/MPR groups respectively. Consequently NEL intake remained fairly unchanged between groups and the difference between NEL supply and requirements for energy-corrected milk and MER showed no significant differences between groups. Cows had a high loss of body weight within the first 2 weeks of alp sojourn with declines in first season of -1.2 kg/d. This loss was less severe in the second season and significantly less for the +1.0 MER/MPR group. Milk yield was not significantly different between groups in the first season but was significantly higher in collection weeks 3 and 11 of season two with supplementary feeding. Overall milk yield showed a similar large decline to previous experiments (1,2). Milk protein concentration was significantly higher (+0.18%) for supplemented cows over controls excepting +0.5 MER group. Milk fat showed the opposite effect with significantly lower concentrations (-0.65%) in supplemented cows than controls. Milk urea was greatly reduced by energy supplementation in both seasons ( $p<0.001$ ). This was reflected by urinary N excretion, which was estimated to be 23% lower than controls for cows supplemented with energy only. In contrast, milk urea and urinary-N levels were similar to controls when also supplementing protein (+1.0 MER/MPR group). Urinary allantoin was significantly higher when supplementing only energy. N-utilisation for milk was significantly improved by up to 52% (35% vs 23% of N- intake) when supplementing energy but only weakly improved with additional protein. In conclusion supplementary feeding of a high energy/low-protein concentrate can be recommended in high-altitude pastured cows for environmental and partly for production reasons (yield, protein content).

- (1) CHRISTEN, R. E., KUNZ, P. L., LANGHANS, W., LEUENBERGER, H., SUTTER, F., KREUZER, M., (1996): J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 76, 22-35.
- (2) ZEMP, M., LEUENBERGER, H., KÜNZI, N., BLUM, J.W., (1989): J. Anim. Breed. Gen. 106, 278-288.
- (3) BERRY, N. R., SCHEEDER, M. R. L., SUTTER, F., KRÖBER, T. F., KREUZER, M., (2000): Ann. Zootech. 49 (1), in press.

\* Institut für Nutztierwissenschaften, Tierernährung, ETH Zürich, ETH Zentrum/LFW, CH-8092 Zürich

**79. Untersuchungen zum Abbauverhalten energie- und stickstoffliefernder Futterinhaltsstoffe bei der Fermentation im Pansen von Wiederkäuern** (Organic matter and crude protein degradation characteristics of feedstuffs during ruminal fermentation). S. Shannak, K.-H. Südekum\* und A. Susenbeth - Kiel

Zentrale Größen des gültigen Proteinbewertungssystems für Milchkuh und Aufzuchtrinder in Deutschland (1) sind neben dem nutzbaren Rohprotein (XP) am Duodenum (nXP) das in den Vormägen unabbaubare Rohprotein (**undegradable Protein, UDP**) und die ruminale Stickstoff-(N)-Bilanz zur Charakterisierung der N-Versorgung der Pansenmikroorganismen sowie die umsetzbare Energie. Zwei Bereiche dieses Systems sind jedoch noch als unzureichend entwickelt anzusehen:

- 1) Der Bezug der mikrobiellen XP-Syntheseleistung im Pansen auf die umsetzbare Energie lässt Unterschiede im Ort der Verdauung und Absorption energieliefernder Substanzen ebenso unberücksichtigt wie Unterschiede in Ausmaß und Geschwindigkeit des Abbaus im Pansen. Letzteres gilt auch für das XP. Die mikrobielle Syntheseleistung lässt sich durch eine synchrone Versorgung der Mikroorganismen mit Energie und N-Verbindungen verbessern, wozu jedoch Kenntnisse über ruminale Abbaucharakteristika der Futtermittel vorliegen müssen;
- 2) Daten zum Ausmaß des XP-Abbaus im Pansen sind mittlerweile für viele Einzelfuttermittel in Futterwerttabellen dokumentiert. Diese Größen sind jedoch nur unter großem experimentellen Aufwand *in vivo* zu ermitteln, für Mischfutter liegen keine Werte vor und bei den Einzelfuttermitteln bestehen erhebliche Lücken hinsichtlich einer sicheren Datenbasis. Deshalb wurden mittels einer *in situ*-Methode („Nylonbeutel-Technik“) Ausmaß und Geschwindigkeit des ruminalen Abbaus der organischen Masse (OM) und des XP von 26 Futtermitteln untersucht (7 Mischfutter, 3 Rapssaatprodukte, 3 Sojaextraktionsschrote, 2 Maisklebersilagen). Folgende Kenngrößen des Nährstoffabbaus im Pansen wurden geschätzt: a = sofort löslicher Anteil der jeweiligen Stoffgruppe, b = unlöslicher, potentiell abbaubarer Anteil, c = Abbaurate der (2, 5 und 8 %/h) sowie die Verhältnisse der im Pansen verfügbaren Stickstoffverbindungen zu den fermentierbaren energieliefernden Verbindungen für Zeitintervalle von > 0 – 2 h bis zu > 16 – 24 h nach Futteraufnahme zur Charakterisierung des Synchronismus („Gleichzeitigkeit“) des Abbaus von energie- und stickstoffliefernden Verbindungen für die mikrobielle Synthese. Es bestanden deutliche Unterschiede im Abbauverhalten zwischen dem XP und der OM sowohl zwischen verschiedenen Futtermitteln als auch beim gleichen Futtermittel im Tagesverlauf. Die Grassilagen hatten moderate hohe Abbaubarkeit der OM auf, wodurch das Verhältnis der im Pansen verfügbaren Stickstoffverbindungen zu den fermentierbaren energieliefernden Verbindungen im gesamten Tagesverlauf nicht sehr weit vom als Optimum angenommenen Wert von 25 g/kg OM entfernt war. Alle Futtermittel, die Varianten des gleichen Futtermittels erhöhte Anteile an UDP auf. Insgesamt reichte die Spanne der UDP-Gehalte bei Annahme einer Passagerate von 8 %/h von 18 % des XP für unbehandelte Sojabohnen bis 82 % des XP für ein Fischmehl. Die Daten zum Ausmaß und zur Geschwindigkeit des Nährstoffabbaus in den Vormägen können als Basis für eine Rationsgestaltung genutzt werden, deren Ziel ein synchroner Abbau des Rohproteins und der energieliefernden Bestandteile von Futtermitteln im Pansen zur Erzielung einer maximalen mikrobiellen XP-Synthese ist.

(1) GfE, (1997): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 217-236

\* Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Universität Kiel, D-24098 Kiel

**80. Energie- und Stickstoffumsatz sowie Methanemission von Angus- und Simmental-Mutterkühen mit Kälbern unterschiedlichen Alters** (Energy and nitrogen turnover as well as methane emission of Angus and Simmental suckler cows with calves of different age). B. L. Estermann\*, P. O. Schlegel, D. Erdin, F. Sutter und M. Kreuzer - Zürich

Die Mutterkuhhaltung als alternatives, extensives Produktionsverfahren hat stark an Bedeutung gewonnen, Nährstoffverwertung und ökologisch relevante Grunddaten sind aber noch wenig bekannt. In der vorliegenden Studie wurden mit Bilanzmessungen Energie- und Nährstoffumsatz sowie die Methanfreisetzung bei je 16 Mutterkühen der Rassen Aberdeen Angus und Simmental zusammen mit ihren Kälbern (Vatertasse Angus) unterschiedlichen Alters (1, 4, 7 oder 10 Monate) bestimmt. Die Tiere wurden während der Sammelphase in einem Boxenlaufstall gehalten. Das Grundfutter für die Mutterkühe (Grassilage, Heu, Stroh) und für die Kälber (Heu sowie für die 10 Monate alten Kälber gequetschte Gerste) wurde den Tieren ad libitum und individuell (Respondertechnik) verabreicht. Für die Bestimmung von Nährstoff- und Energieumsatz wurde jeweils morgens während insgesamt acht Tagen stichprobenweise Kot und Harn gesammelt. Daraus wurde mittels der Indikatormethode (1) mit Alkanen als externem Indikator (slow-release Kapseln, Captec Limited Co, Neuseeland) die Kotmengen geschätzt. Die Kotmengen der einen Monat alten Kälber sowie die Harnmengen aller Tiere wurden nach Regressionsformeln (2,3) berechnet. Vor und nach einer jeweils viertägigen Kot- und Harnsammelphase erfolgte eine zweitägige Respirationsmessung (indirekte Kalorimetrie), wobei die Kuh in der Kammer jeweils angebunden war und ihr Kalb jederzeit Zugang zur Mutter wie auch zu einem eigenen Futtertrog hatte.

In der Bilanzperiode betrug der mittlere Grundfutterverzehr bei allen Simmentalpaaren (Kuh mit Kalb) 16,7 kg T/Tag, bei den Anguspaaren 15,5 kg T/Tag. Die Kühe der Rassen Simmental und Angus wogen im Mittel 566 kg und 558 kg. Die Lebendmasse der Kälber stieg vom ersten bis zum zehnten Altersmonat von 77 kg auf 340 kg (Simmental) bzw. von 71 kg auf 305 kg (Angus) an. Die Energiebilanz war außer bei der Gruppe mit den einmonatigen Kälbern (Simmental 12 MJ/Tag, Angus -1 MJ/Tag) bei den Anguspaaren stets um rund 16 MJ/Tag höher und betrug mit 4 Monaten Alter der Kälber 6 MJ/Tag, mit 7 Monaten 14 MJ/Tag und mit 10 Monaten 53 MJ/Tag. Die Wärmebildung war bei den Anguspaaren hochsignifikant um 12% tiefer, je Einheit aufgenommener Energie aber nur um 5%. Der Proteinansatz je Kuh mit Kalb stieg von rund 250 g/Tag auf über 850 g pro Tag mit zunehmendem Alter der Kälber. Mit einem Alter der Kälber von 1 und 4 Monaten wurden dabei rund 18% des aufgenommenen Futter-N im Körper von Kuh und Kalb angesetzt, mit 10 Monaten 32%. Der Anteil des leichtemittierbaren Harn-N nahm bei den Anguspaaren ( $\varnothing$  45 %) mit dem Alter der Kälber ab, bei den Simmentalpaaren ( $\varnothing$  41 %) zu. Die Methanfreisetzung von Kuh mit Kalb stieg mit dem Alter der Kälber von 446 l/Tag auf 741 l/Tag an und war bei den Simmentalpaaren durchschnittlich signifikant um rund 55 l/Tag höher als bei den Anguspaaren. Bezogen auf kg Grundfutter-T- bzw. NDF-Verzehr betrug die Methanfreisetzung unbeeinflusst von Rasse und Kälberalter im Durchschnitt aller Gruppen 36 l bzw. 67 l. Insgesamt zeigten die Anguspaare somit eine etwas höhere Energieverwertung und geringere Stickstoff- und Methanverluste als die Simmentalpaare. Dies scheint v.a. auf dem geringeren Erhaltungsanteil am Bedarf der Anguspaare beruht zu haben.

- (1) MAYES, R. W., LAMB, C. S., COLGROVE, P. M., (1986): J. agric. Sci. 107, 161-170.  
 (2) KEUSENHOFF, R., (1992): Arch. Tierz. 35, 571-579.  
 (3) SEKINE, J., JAO, J., OURA, R., (1997): J. Fac. Agric., Tottori Univ., Japan, 33 (0), 31-35.

\* Institut für Nutztierwissenschaften, Tierernährung, ETH Zürich, ETH Zentrum/LFW,  
 CH-8092 Zürich

**81. Einfluss der Behandlung von Vollfettsojabohnen auf ileale Aminosäureverdaulichkeit und Lysinwirksamkeit in Mais/Soja Mischungen beim Broiler** (Influence of full fat soybean treatment on ileal amino acid digestibility and lysine efficiency in chicken). N. Oumer\* und F. Liebert - Göttingen

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen bestand in der Prüfung der Einflussnahme differenzierter Aktivität des Trypsininhbitors (TI) auf ileale Aminosäureverdaulichkeit und Lysinwirksamkeit beim Broiler. Die technologischen Behandlungen der Vollfettsojabohnen, die nach unterschiedlicher Zerkleinerung zur Differenzierung der TI-Aktivität führen sollten, sind wie folgt zusammengefasst:

**Zerkleinerung mit Walzenstuhl**

- A) Konditionierung (40 min.); Standardverfahren  
 B) Konditionierung (40 min.), Flockierung  
 C) Konditionierung (10 min.)  
 D) Konditionierung (10 min.), Expander

- E) Konditionierung (10 min.)  
 F) Konditionierung (10 min.), Expander  
 G) Expander (20 kWh/t)  
 H) Expander (40 kWh/t)

Die Konditionierung erfolgte im Hydroreaktor unter Dampfzusatz bei 100°C, die Expanderbehandlung mit differenziertem Energieeintrag.

Die relative Restaktivität des Trypsininhbitors (im Vergleich zu unbehandelten Sojabohnen) war bei A= 16%, B= 16%, C=27%, D=22%, E=25%, F=22%, G=75% und H=48%.

Die behandelten Vollfettsojabohnen wurden mit einem Anteil von 36% bei ansonsten unveränderter Rezeptur in das Broilerfutter eingemischt. Die ileale Aminosäureverdaulichkeit der Mischungen wurde an jeweils 36 Tieren mit Hilfe der Indikatormethode (HCL-unlösliche Rohasche, Zusatz von 1% Celite) nach Verfütterung vom 7.-28. Lebenstag bestimmt. Die Analysen erfolgten in gepoolten Chymusproben von jeweils 9 Tieren. In einem parallelen N-Bilanzversuch (n=6) vom 15.-20. Lebenstag wurde die Lysinwirksamkeit ( $bc^{-1}$ ) mit Hilfe eines exponentiellen N-Verwertungsmodells abgeleitet (LIEBERT 1995). Lysin war erstlimitierende Aminosäure in allen Mischungen.

**Ileale Verdaulichkeit (%) ausgewählter Aminosäuren und Lysinwirksamkeit ( $bc^{-1}$ )**

Gruppe	Arg	Met+Cys	Thr	Lys	relativ	$bc^{-1}$	relative Lys-Wirksamkeit
A	92,96 <sup>a,bc</sup>	71,66 <sup>bc</sup>	81,82 <sup>ab</sup>	87,88 <sup>a</sup>	100	80 <sup>a</sup>	100
B	94,60 <sup>ab</sup>	76,42 <sup>a,bc</sup>	83,88 <sup>ab</sup>	89,86 <sup>a</sup>	102	81 <sup>a</sup>	101
C	94,70 <sup>ab</sup>	84,00 <sup>a</sup>	85,71 <sup>ab</sup>	90,29 <sup>a</sup>	103	80 <sup>a</sup>	99
D	96,21 <sup>a</sup>	81,51 <sup>a</sup>	86,04 <sup>ab</sup>	89,15 <sup>a</sup>	102	82 <sup>a</sup>	102
E	87,91 <sup>cd</sup>	81,38 <sup>a</sup>	82,03 <sup>ab</sup>	81,01 <sup>b</sup>	92	82 <sup>a</sup>	102
F	92,93 <sup>a,bc</sup>	83,30 <sup>a</sup>	86,66 <sup>a</sup>	87,51 <sup>a</sup>	100	83 <sup>a</sup>	102
G	83,47 <sup>d</sup>	68,96 <sup>c</sup>	72,07 <sup>c</sup>	74,23 <sup>c</sup>	85	77 <sup>a</sup>	96
H	91,87 <sup>a,bc</sup>	79,21 <sup>a</sup>	80,88 <sup>b</sup>	88,00 <sup>a</sup>	100	79 <sup>a</sup>	99

Unterschiedl. Hochbuchstaben innerhalb einer Spalte bedeuten signifikante Differenzen ( $p \leq 0,05$ ; Tukey-Test). Beim Vergleich der relativen Einordnung der Lysinverfügbarkeit durch ileale Lysinverdaulichkeit und Lysinwirksamkeit auf Basis der Gesamtverwertung im N-Bilanzversuch zeigten sich klare Bewertungsunterschiede in den Gruppen E und G. Aus dieser wiederholten Beobachtung (vergl. AMAD und LIEBERT 2000) ist abzuleiten, dass weitere klärende Untersuchungen zur Eignung von ilealen Verdaulichkeitsmessungen für die an der Leistung orientierte Bewertung nutzbarer Anteile der Futteraminosäuren erforderlich sind.

AMAD, A. und LIEBERT, F., (2000): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 9  
 LIEBERT, F., (1995): Arch. Anim. Nutr. 48, 319-327

\* Institut für Tierphysiologie und Tierernährung, Kellnerweg 6, D-37077 Göttingen

82. Einfluss unterschiedlicher Behandlungen und Futterzusätze in Weizen-Sojaschrot-Mischungen auf ileale Lysinverdaulichkeit und Lysinwirksamkeit beim Broiler (Influence of different treatments and feed additives in wheat-soybeanmeal diets on ileal digestibility of lysine and lysine efficiency in chickens). A. Amad\* und F. Liebert - Göttingen

Ziel der Untersuchungen war, den Einfluss eines Fütterungsantibiotikums und von NSP-Enzymen sowie deren Kombination auf die ileale Lysinverdaulichkeit und die Lysinwirksamkeit in Abhängigkeit von Zerkleinerungsverfahren (Hammermühle HM, Walzenstuhl WS) und thermischen Behandlungen (Konditionierung, Expandierung) in weizenreichen Futtermischungen zu prüfen. Die Messungen der ilealen Lysinverdaulichkeit erfolgten an männlichen Broilern (Cobb 500) am Ende eines Wachstumstestes vom 7.-28. Tag (4x9 Tiere je Behandlung, gepoolte Chymusproben, Indikator HCl-unlösliche Asche mit 1% Celite im Futter). Die Lysinwirksamkeit wurde parallel im N-Bilanzversuch vom 15.-20. Tag (6 Tiere/Behandlung, exponentielles N-Verwertungsmodell) erfaßt. Lysin war als limitierende Aminosäure im Futter eingestellt. Die Ergebnisse zur ilealen Lysinverdaulichkeit zeigen, dass nach Konditionierung insbesondere die Kombination (A+E) zu einem signifikant positiven Effekt gegenüber der Kontrolle (0) führte. Auch nach Konditionierung/Expandierung bewirkte (A+E) die deutlichste Erhöhung dieses Parameters, obgleich auch signifikante Einzeleffekte der Zulagen zu beobachten waren. Auch die Zerkleinerungsart beeinflußte die ileale Lysinverdaulichkeit, jedoch in der Richtung nicht einheitlich und abweichend von der Lysinwirksamkeit.

## Ergebnisse zur ilealen Lysinverdaulichkeit und Lysinwirksamkeit

	Konditionierung (70°C)				Konditionierung/Expandierung (100°C)			
	0	+A	+E	A+E	0	+A	+E	A+E
Ileale Lysinverdaulichkeit (%)								
HM relativ	76,9 <sup>ghi</sup>	71,4 <sup>j</sup>	80,4 <sup>eigh</sup>	82,1 <sup>cdef</sup>	79,3 <sup>fghi</sup>	86,3 <sup>abcd</sup>	88,8 <sup>ab</sup>	89,4 <sup>a</sup>
	100	93	104	107	100	109	112	113
WS relativ	81,5 <sup>defg</sup>	87,3 <sup>ab</sup>	84,3 <sup>bcde</sup>	87,1 <sup>ab</sup>	75,0 <sup>jj</sup>	76,3 <sup>hi</sup>	84,0 <sup>bcd</sup>	86,7 <sup>abc</sup>
	100	107	103	107	100	102	112	116
Lysinwirksamkeit (bc <sup>-1</sup> )*								
HM relativ	72 <sup>bcd</sup>	70 <sup>cd</sup>	76 <sup>abc</sup>	78 <sup>ab</sup>	64 <sup>e</sup>	63 <sup>e</sup>	69 <sup>d</sup>	70 <sup>cd</sup>
	100	98	106	108	100	99,8	109	111
WS relativ	76 <sup>abc</sup>	71 <sup>cd</sup>	79 <sup>a</sup>	73 <sup>bcd</sup>	76 <sup>abc</sup>	72 <sup>bcd</sup>	71 <sup>cd</sup>	73 <sup>bcd</sup>
	100	93	104	96	100	96	94	97

0- ohne Zusatz (Kontrolle) +A=+50mg Zink-Bacitracin (ZB) /kg Futter +E=+150 mg Roxazyme G2 flüssig/kg Futter  
 A+E= 50mg ZB +150mg Roxazyme/kg Futter \*) exponentielles N-Verwertungsmodell  
 Mittelwerte mit den gleichen hochgestellten Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ( $p<0,05$ )  
 Die relativen Ergebnisse der Lysinwirksamkeitsmessung nach Konditionierung des Futters weisen für die Kombination (A+E) ebenfalls einen signifikanten Anstieg nach, jedoch nur nach HM-Zerkleinerung. Auch nach Konditionierung/Expandierung wurde dieser differenzierte Einfluss des Zerkleinerungsverfahrens beobachtet. Diese Befunde stehen im Widerspruch zu den Aussagen der ilealen Lysinverdaulichkeit und bedürfen weiterer Abklärung. Hierzu gehören auch die signifikanten Lysinwirksamkeitsdifferenzen zwischen HM- und WS-Zerkleinerung nach anschließender Konditionierung/Expandierung, die von den ilealen Verdaulichkeitswerten nicht angezeigt werden. Insgesamt zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass überwiegend signifikant positive Wirkungen insbesondere der Kombination (A+E) auf Parameter der Lysinverfügbarkeit vorlagen. Zugleich waren den Methoden Aussageunterschiede erkennbar, die der weiteren Abklärung bedürfen.

\* Institut für Tierphysiologie und Tierernährung, Georg-August-Universität, Kellnerweg 6, D-37077 Göttingen

83. Zum Einfluss der Proteinversorgung auf die Threonindehydrogenase-Aktivität in der Leber von Broilerküken (Influence of protein supply on threonine dehydrogenase activity in the liver of growing chicken). C. W. Lee\* und F. Liebert - Göttingen

Der Threoninabbau in der Leber von Küken erfolgt hauptsächlich durch Threonindehydrogenase (TDH) zu Aminoaceton und Glycin. Dieser Prozeß ist für 80 - 90% des gesamten Threoninabbaus verantwortlich.

Ziel der Untersuchungen war, den Einfluss unterschiedlicher Proteinniveaus auf die TDH-Aktivität als Ausdruck der in der Leber stattfindenden Katabolisierung von Threonin unter den Bedingungen Threonin limitierter Futtermischungen zu ermitteln. Die Messungen waren Bestandteil von Proteinsteigerungsversuchen zur Ermittlung des maximalen Proteinansatzvermögens von Broilerküken (Cobb 500) im Altersabschnitt 15.-25. Lebenstag (RIMBACH und LIEBERT 1999). Insgesamt 36 Tiere wurden über 10 Tage mit den Versuchsdiäten identischer Proteinqualität (5,5 - 11,0 - 16,5 - 22,0 - 27,5 - 33,0 % XP aus HP-Sojaextraktionsschrot, supplementiert mit L-Lysin und DL-Methionin) kontrolliert gefüttert und anschließend die Lebern entnommen. Die Lebermitochondrienfraktion wurde durch Zentrifugation (15.000U/min, 10min) gewonnen und die Mitochondrien-Lösung nach DAVIS und AUSTIC (1997) sowie BIRD et al. (1984) inkubiert. Aminoaceton wurde spektralphotometrisch (553 nm), Glycin säulenchromatographisch (LC 3000) bestimmt.

XP-Gruppe (%)	Mittlere LM (g)	Threonin-Aufnahme (g/d)	XP-Aufnahme (g/d)	Threonindehydogenase – Aktivität (nmol/30 min.mg Mitochondrien-Protein)		
				Aminoaceton	Glycin	Totalaktivität
5,5	533±23	0,14±0,02	3,7±0,5	0,18 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,77 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,1 <sup>a</sup>
11,0	718±52	0,39±0,05	10,2±1,4	0,54 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,71 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,25 ± 0,2 <sup>a</sup>
16,5	826±44	0,60±0,08	15,7±2,2	1,49 ± 0,3 <sup>a</sup>	0,98 ± 0,2 <sup>a</sup>	2,48 ± 0,3 <sup>a</sup>
22,0	882±35	0,78±0,08	20,6±2,2	8,91 ± 0,9 <sup>b</sup>	3,88 ± 1,9 <sup>a</sup>	12,79 ± 1,7 <sup>b</sup>
27,5	852±77	0,82±0,20	21,5±5,2	11,03 ± 3,3 <sup>b</sup>	13,37 ± 4,4 <sup>b</sup>	24,40 ± 6,7 <sup>c</sup>
33,0	824±68	1,04±0,05	27,5±1,4	28,70 ± 1,4 <sup>c</sup>	67,20 ± 6,2 <sup>c</sup>	95,90 ± 7,4 <sup>d</sup>

Verschiedene Hochbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ ; Tukey-Test)

Bis 16,5% XP zeigten sich keine signifikanten Veränderungen des Threoninabbaus, bei darüber liegenden XP-Gehalten wurde der Threoninabbau, trotz limitierter Threoninversorgung, signifikant gesteigert. Der Anstieg der Totalaktivität bei 33% XP war auch mit signifikant geringerer Threoninwirksamkeit (Basis N-Bilanz, exponentielles N-Verwertungsmodell) verbunden. Die Darstellung dieser Zusammenhänge ist Gegenstand weiterführender Untersuchungen am Broilerküken.

BIRD, M. I., NUNN, P. B. und LORD, L. A. J., (1984): *Biochim. Biophys. Acta* 802, 229-236  
 DAVIS, A. J. und AUSTIC, R.E., (1997): *J. Nutr.* 127(5), 738-744  
 RIMBACH, M. und LIEBERT, F., (1999): *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 8, 49

\* Institut für Tierphysiologie und Tierernährung, Georg-August-Universität Göttingen, Kellnerweg 6, D-37077 Göttingen

**84. Hühnermastversuch mit Fleischmehl unter Berücksichtigung der wahr verdaulichen Aminosäuren Lysin und Methionin** (Broiler growth essay with meat meal, considering real digestible amino-acids lysin and methionin). D. Jeremic\*, R. Leitgeb und F. Baumann - Wien/Regau

Die Aminosäuren Lysin, Methionin und Cystin können in Form der Bruttoaminosäuren oder in Form der wahr verdaulichen Aminosäuren in Hühnermastfuttermischungen berücksichtigt werden. In einem Hühnermastversuch wurde der Einfluss der Berücksichtigung der Brutto- bzw. der wahr verdaulichen Aminosäuren Lys, Met und Cys im Hühnermastfutter auf die Mast- und Schlachtleistung untersucht. Zusätzlich wurden beide Varianten ohne bzw. mit 10 % Fleischmehl ausgeführt. 184 Eintagskecken der Hybridmastlinie Cobb 500 wurden auf 4 Futtergruppen (KG1, VG1, KG2, VG2) zu je 3 Boxen aufgeteilt. Alle Futtermischungen wurden auf Basis gleicher Energie- und Rohprotein-, Aminosäuren-, Mineralstoff- und Wirkstoffgehalte erstellt und ad libitum über Futterautomaten angeboten. Bei den Futtergruppen KG1 ohne Fleischmehl und KG2 mit 10% Fleischmehl wurden die Bedarfswerte an Brutto-Lys, -Met und -Cys und bei den Futtergruppen VG1 ohne Fleischmehl und VG2 mit 10% Fleischmehl wurden die Bedarfswerte an wahr verd. Lys, Met und Cys (AWT-Broschüre, 1998) bei der Rezepturerstellung berücksichtigt. Nach 36 Tagen Mastdauer wogen die Tiere in Mittel 1897 g und der mittlere Futteraufwand/kg LM-Zunahme lag bei 1,83 kg. In den ersten 3 Mastwochen war die Mastleistung von den Tieren mit Fleischmehl etwas geringer als bei den Tieren ohne Fleischmehl. Vom 22. bis 36. Masttag wiederum war der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs in den Futtergruppen mit Fleischmehl günstiger als in den Futtergruppen ohne Fleischmehl, sodass über die gesamte Mastperiode mit Sojaextraktionschrot oder Sojaextraktionsschrot und Fleischmehl gleiche Futtereffizienzen erzielt wurden. Der Fleischmehlanteil wirkte sich auf die Ausschlachtungs-% günstig aus. Die Ausschlachtungs-% lagen in den Futtergruppen mit Fleischmehl um knapp 1 % über den Futtergruppen ohne Fleischmehl. Auf den Anteil wertvoller Teilstücke und die organoleptischen Eigenschaften hatte die Rezepturgestaltung keinen Einfluss.

Merkmale	KG1	VG1	KG2	VG2	P
Tiere, n	45	45	45	45	-
LM bei Versuchsbeginn, g	47	47	47	48	0,96
21. Masttag, g	801	807	765	780	0,17
36. Masttag, g	1939	1948	1838	1863	0,46
Futteraufwand/kg LM, kg	1,81	1,83	1,82	1,86	0,59
OD-Ware <sup>1)</sup> , g	1581	1579	1482	1529	<0,01
OD-Ware in % der LM	83,8	83,8	84,7	84,5	<0,01
Grillfertig warm, g	1326	1326	1237	1277	<0,01
Leber, g	32	32	30	31	0,24
Magen, g	31	32	33	34	0,06
Abdominalfett, g	24	25	28	29	<0,01

1) OD-Ware: Schlachtkörper ohne Darmtrakt

Aus dem Versuch kann der Schluß gezogen werden, daß besonders bei Einsatz von Fleischmehl die Bedarfswerte an Lys, Met und Cys nicht als Brutto-Aminosäuren, sondern als wahr verdauliche Aminosäuren bei der Rezepturerstellung für eine bessere Mastleistung berücksichtigt werden sollen.

\* Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung, Universität für Bodenkultur, Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien

**85. Evaluation of intestinal digestibility of rumen undegraded protein of concentrate feeds using rats** (Schätzung der intestinalen Verdaulichkeit von Pansenstabilem Protein aus Kraftfutter mit Hilfe von Ratten). Zuzana Čerešňáková \*, Mária Chrenková, A. Sommer und R. Žitňan - Nitra, Slovak Republic

Protein effective degradability (ED) and intestinal digestibility (ID) of rumen undegraded protein are two characteristics involved in the new protein evaluating systems for ruminants. Microbial biomass resulting from crude protein degradation products together with feed protein escaping degradation in the rumen form the protein supply of the ruminants. Results of crude protein degradability of individual concentrates are very different (Madsen and Hvelplund 1985). We can demonstrate this variability among extracted meals - soybean (SBM), rapeseed (RSM), sunflower (SFM), linseed (LSM) and cakes - rapeseed (RSC), sunflower (SFC) from oilseeds, fish meal (FM), meat and bone meal (MBM) or corn gluten meal (CGM) (see Table).

It is known, that the intestinal digestibility of undegraded protein (UDP) is not a constant value. The mobile bag technique, if including passage from duodenum to faeces, somewhat overestimates protein values. We used the similarities of protein digestion in the abomasum and small intestine in ruminants and in non-ruminants to predict the intestinal digestibility taking rats as a model. Seven adult albino rats fed diets containing 1,6 % (w/w) N of UDP of feed residues after 16 h incubation were used in experiments. The protein digestibility of the nine diets was estimated using the balance method (Eggum 1973). A 5-day adaptation period was followed by a 6-day total faecal collection. The results of intestinal digestibility are summarised in the Table.

Feed	SBM	RSM	RSC	SFM	SFC	LSM	FM	MBM	CGM
CP g.kg <sup>-1</sup> DM	499	389	328	324	337	348	712	599	664
ED	59	68	73	67	63	62	38	59	23
ID <sub>MB</sub>	97	81	55	78	96	80	97	90	99
ID <sub>R</sub>	85	75	33	65	88	80	84	71	96

CP - crude protein of feeds, ED - effective degradability of CP, ID<sub>R</sub> - intestinal digestibility of UDP using rats, ID<sub>MB</sub> - intestinal digestibility of UDP using mobile bags technique

The values of ID of UDP are very different among the tested feeds. CGM with the lowest rumen effective degradation has the highest intestinal digestibility as opposed to RSC. From the presented feeds which are used as a protein source for high yielding ruminants the order of degreasing amount of digestible protein from feeds in the intestine is: corn gluten meal, fish meal, soybean meal, sunflower cake, linseed meal, meat and bone meal, rapeseed meal, sunflower meal and rapeseed cake.

EGGUM, P. O., (1973): Beretn. Report, 406, Nat. Inst. Anim. Sci., Copenhagen, 173  
MADSEN, J., HVELPLUND, T., (1985): Acta Agric Scand Suppl 25, 103-1124

\* Research Institute of Animal Production, Hlohovska 2, 949 01 Nitra, Slovak Republic

86. Herzfrequenz und Energieumsatz von Zugochsen bei mehrstündiger Arbeitsbelastung (Heart rate and energy expenditure of draught oxen during longterm-trials). Monika Lukas\*, U. Roser, O. Neumann, I. G. Mahardika und A. Sussenbeth - Kiel/Stuttgart-Hohenheim

Der Einsatz von Zugochsen zur Feldarbeit ist auf den kleinbäuerlichen Betrieben der Tropen und Subtropen eine sinnvolle Form der Mechanisierung. Die Effizienz der Zugtiere muss über die Bestimmung des Energieumsatzes ermittelt werden. Da die Herzfrequenz in enger Beziehung zum Energieumsatz steht, ist sie als Schätzparameter für den Energieumsatz im Feldeinsatz besser geeignet als die Bestimmung des Sauerstoffverbrauchs mit Hilfe der relativ aufwendigen Maskentechnik. Für die Beziehung zwischen Herzfrequenz und Energieumsatz bei arbeitenden Ochsen wurden Regressionsgleichungen in Stufentests bei Zug- und Steigungsarbeit abgeleitet (1). Da es sich beim Stufentest um Kurzzeitmessungen handelt, Zugtiere in der Praxis jedoch mehrere Stunden arbeiten, wurde in dieser Arbeit überprüft, ob die Arbeitsdauer den Energieumsatz und die Herzfrequenz bei konstanter Belastungsintensität beeinflusst und die Beziehung zwischen Herzfrequenz und Energieumsatz verändert.

Die Experimente wurden im Jahr 1994 am Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim an 6 Hinterwälderochsen ( $609 \pm 23$  kg Lebendmasse) durchgeführt. Die effektive Arbeitsdauer betrug 2,5 Stunden, wobei zwischen horizontalem Gehen und Steigungsarbeit (9% Steigung) auf dem Laufband (jeweils 14 Minuten, Laufgeschwindigkeit 1,1 m/s) und Zugarbeit (Zugbelastung von 10% der Lebendmasse) am Zugschlitten im Feld (jeweils 20 Minuten) abgewechselt wurde. Die Herzfrequenz wurde mit einem EKG-Sensor auf dem Laufband und im Feld bestimmt. Der Energieumsatz wurde aus dem Sauerstoffverbrauch berechnet, der mit Hilfe der Maskentechnik (2) nur auf dem Laufband bestimmt wurde.

Die Tabelle zeigt die Herzfrequenz, den Energieumsatz und den Energieumsatz pro Herzschlag für Steigungsarbeit auf dem Laufband (mittlere Leistung 600 W) bei mit Anzahl der Durchgänge steigender Belastungsdauer.

Parameter	Laufbanddurchgang				
	1	2	3	4	5
Herzfrequenz (Schläge/ min)	124 ± 10	131 ± 9	133 ± 9	137 ± 11	139 ± 10
Energieumsatz (kJ/ min)	264 ± 21	270 ± 20	272 ± 21	274 ± 21	276 ± 21
Energieumsatz/ Herzschlag (kJ)	2,15 ± 0,20	2,07 ± 0,20	2,04 ± 0,19	2,01 ± 0,21	1,97 ± 0,26

Während die Herzfrequenz mit zunehmender Belastungsdauer deutlicher ansteigt, zeigt der Energieumsatz nur eine leicht ansteigende Tendenz. Der Energieumsatz pro Herzschlag nimmt damit mit zunehmender Belastungsdauer etwas ab. Zur genauen Berechnung des Energieumsatzes aus der Herzfrequenz sollte daher bei Langzeitmessungen auch die Arbeitsdauer einbezogen werden. Die sehr geringe Veränderung des Energieumsatzes pro Herzschlag mit der Belastungsdauer bestätigt die Brauchbarkeit der Herzfrequenz zur Ermittlung des Energieumsatzes bei Zugochsen unter Feldbedingungen.

- (1) ROMETSCH, M., ROSER, U., BECKER, K., SUSENBETH, A., (1997): Animal Science, 64: 409-412.  
 (2) CLAR, U., BECKER, K., SUSENBETH, A., (1992): J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 67: 133-142.

87. **Energetische Bewertung von Rapsextraktionsschrot, Maiskleberfutter und Citrustrester an Hammeln und *in vitro*** (Energy evaluation of extracted rapeseed meal, corngluten meal and citruspulp by wether sheep and in vitro). H. Spiekers\*, M. Rodehutscord und K.-H. Südekum - Bonn/Halle (Saale)/Kiel

Zur Optimierung von Mischfutter für Wiederkäuer sind die Komponenten energetisch zu bewerten. Neben den Rohnährstoffen werden hierzu die Gasbildung und die Cellulase-Löslichkeit (ELOS) herangezogen. Für Rapsextraktionsschrot, Maiskleberfutter und Citrustrester wurde ein Vergleich der Schätzverfahren durchgeführt. Ausgangspunkt sind die auf Basis der verdaulichen Rohnährstoffe an Hammeln nach Maßgabe der GfE bestimmten Energiegehalte. Der ersten Tabelle sind die mittleren Gehalte an Rohnährstoffen sowie Gasbildung, Cellulase-Löslichkeit und Verdaulichkeit der organischen Substanz zu entnehmen.

Futtermittel	Anzahl	XA	XP	XL	XF	Gasbildung ml/200 mg TM	ELOS % der TM	VQ OS %
Rapsextr.schrot	13	74	391	39	142	44,4	74,7	77,2
	s	4	15	13	10	1,7	1,8	1,7
Maiskleberfutter	4	64	236	44	79	56,7	75,2	83,5
	s	5	27	4	10	3,2	4,0	3,5
Citrustrester	3	65	65	20	136	70,9	89,9	84,8
	s	9	5	3	21	1,1	1,0	1,4

Geschätzt wurden die Gehalte an ME und NEL auf Basis der Schätzgleichungen der GfE (1996) für Mischfutter und unter Zugrundelegung der tabellierten Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe (DLG, 1997). Angegeben sind in der zweiten Tabelle die mittleren Gehalte und Standardschätzfehler.

Futtermittel	ME (MJ/kg TM)				NEL (MJ/kg TM)					
	Hammel	ELOS	s* %	DLG-VQ	Hammel	Gb	s %	DLG-VQ		
Rapsextr.schrot	11,93	12,04	2,0	12,18	1,9	7,24	7,13	2,9	7,43	2,3
Maiskleberfutter	12,57	12,27	4,5	12,35	4,0	7,81	7,79	2,9	7,64	5,0
Citrusresten	11,85	12,22	4,2	12,00	1,6	7,41	7,50	2,8	7,52	2,0

Beim Rapsextraktionsschrot liegen die am Hammel bestimmten Energiegehalte unter den DLG-Werten. Ursächlich ist eine Differenz der Verdaulichkeit der Organischen Substanz von 2,8%-Punkten. Leichte Abweichungen zeigen sich bei Maiskleberfutter und Citrustrester. Die Schätzgleichungen auf Basis ELOS und Gasbildung führen je nach Futter zu unterschiedlich guten Schätzungen. Für die Einschätzung der Komponenten ist die Entwicklung eigener Schätzgleichungen geboten. Werden beim Rapsextraktionsschrot die aktuell ermittelten Verdaulichkeiten zur Schätzung der ME- und NEL-Gehalte unterstellt, so ergeben sich keine Minderungen im Standardschätzfehler. Mit den verfügbaren Daten wurden für Rapsextraktionsschrot lineare Schätzgleichungen auf Basis Rohnährstoffe, Gasbildung und ELOS erstellt. Der ME-Gehalt wies die engste Korrelation zum Gehalt an Rohfaser und Rohasche auf. Die Berücksichtigung der in vitro Daten erbrachte keinen signifikanten Anstieg der Schätzgenauigkeit. Die folgende Formel wird für Rapsextraktionsschrot vorgeschlagen (ME [MJ/kg TM] = 13,75 - 0,0151\*XA [g/kg TM] - 0,00489\*XF [g/kg TM];  $r^2$  : 0,21). Für Maiskleberfutter sind weitere Verdaulichkeitsbestimmungen erforderlich, um entsprechende Schätzgleichungen abzuleiten.

\* Landwirtschaftskammer Rheinland, Endenicher Allee 60, D-53115 Bonn

**88. Einfluss des Cellulosegehalts und der Zusammensetzung der Ration auf die scheinbare Verdaulichkeit der Energie beim Hund** (Interactions of cellulose content and diet composition with digestibility of energy in dogs). Britta Dobenecker\*, Ellen Kienzle und S. Eber - München

Lineare Regressionsgleichungen mit dem Rohfasergehalt (Rfa) in der Trockensubstanz (TS) als unabhängiger und der Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE) als abhängiger Variablen können bei Alleinfuttermitteln für Hunde zur Schätzung der Verdaulichkeit der Energie herangezogen werden. Die Schätzgenauigkeit ist bis zu einem Rfa-Gehalt von etwa 8 % sehr hoch, bei höheren Faseranteilen treten jedoch größere Abweichungen auf.

In der vorliegenden Untersuchung wurde daher der Effekt einer steigenden Cellulosezulage (1, 7, 15, 21% Rfa in TS) bei drei deutlich unterschiedlichen Rationen (kohlenhydratfrei/fettreich, kohlenhydratreich mit aufgeschlossener bzw. roher Stärke) auf die Verdaulichkeit der Energie und der Rohnährstoffe überprüft (8 adulte Beaglehunde, 10 Tage Adaptation, 10 Tage Kotsammlung, Bestimmung der GE im adiabatischen Bombenkalorimeter).

Die Cellulosezulagen führten bei den kohlenhydratreichen Rationen zu einem deutlicheren Rückgang der Verdaulichkeit der Energie als bei der kohlenhydratfreien. Die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfettes wurde bei allen Rationen kaum beeinträchtigt, während die des Proteins und der NfE stärker zurückging (Tab. 1). Die negativen Effekte der Stärke und der Cellulose auf die Verdaulichkeit des Proteins verhielten sich additiv. Der Rückgang der Verdaulichkeit in Abhängigkeit von der Cellulosezulage war bei allen Rationen linear (kohlenhydratfrei: scheinbare Verdaulichkeit der Energie:  $sV\ GE\ (%) = 91,2 - 0,76 \cdot X$ ;  $r = 0,99^{**}$ ;  $n = 4$ ; stärkereich  $sV\ GE\ (%) = 89,8 - 0,94 \cdot X$ ;  $r = 0,98^{**}$ ;  $n = 8$ ).

**Tabelle 1:** Scheinbare Verdaulichkeit von Rohfett, Rohprotein, NfE und Energie bei der jeweils niedrigsten und höchsten Faserzulage (%)

	Rohfett	Rohprotein	NfE	GE
kohlenhydratfrei 1 % Rfa	98,1±0,3	86,7±1,7	-	90,1±0,9
kohlenhydratfrei 21 % Rfa	98,3±0,4	83,5±1,3	-	76,1±1,4
gekochte Stärke 1 % Rfa	95,1±0,3	81,6±1,3	93,9±0,5	89,1±0,3
gekochte Stärke 21 % Rfa	93,8±0,9	78,6±2,1	84,5±1,3	69,6±1,3
rohe Stärke 1 % Rfa	97,0±0,5	79,0±1,2	93,4±0,8	88,9±0,9
rohe Stärke 21 % Rfa	96,7±0,5	70,8±2,3	85,9±3,6	70,2±2,3

\* Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik, Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärstr. 13, D-80539 München

**89. Energiebedarf für das Stehen beim Rind** (Energy requirement for standing in cattle). T. Dickel\*, H. Steingaß, K.-H. Südekum, W. Drochner und A. Susenbeth - Kiel/Stuttgart-Hohenheim

Der Energiebedarf für das Stehen ist ein Teil des Gesamtennergiebedarfes des Tieres. Die Angaben für den zusätzlichen Energiebedarf beim Stehen gegenüber dem Liegen schwanken in der Literatur von 5,8 bis 34,3 kJ/kg Körperegewicht und Tag beim Rind (1).

Im Rahmen einer größeren Versuchsserie zur Bestimmung des Energiebedarfes für die Kauaktivität standen vier pansenfistulierte Ochsen (617±53 kg) der Rasse Deutsche Rotbunte zur Verfügung. Die Pansen der Tiere waren aus versuchstechnischen Gründen während der zweistündigen Versuchsperiode entleert und mit einer Pufferlösung gefüllt. Die Wärmeproduktion der Tiere wurde mit Hilfe der Methode der indirekten Kalorimetrie ermittelt, wobei das Kalorische Äquivalent von 20,5 kJ/l O<sub>2</sub>-Verbrauch zur Berechnung herangezogen wurde (2). Die Untersuchungen wurden in der Respirationsanlage des Instituts für Tierernährung der Universität Hohenheim über einen Zeitraum von 13 Wochen durchgeführt. Pro Tier erfolgten 18 Messungen, so daß insgesamt 72 Beobachtungen zur Verfügung standen.

Innerhalb der zweistündigen Messungen wurden der Sauerstoffverbrauch, die Stehzeit, die Liegezeit und die Anzahl der Positionswechsel erfasst. Die Messungen erfolgten 16 h nach der letzten Fütterung. Die Tiere wurden nicht zum Aufstehen genötigt, sodass nur das natürliche Verhalten in dieser Umgebung erfasst wurde, und daher eine zufällige Verteilung der Steh- und Liegezeiten vorliegt. Die Stehzeiten innerhalb der zweistündigen Versuchsperioden verteilen sich folgendermaßen: bei 8 % der Messungen standen die Tiere 0 bis 30 min, bei 32 % 30 min bis 60 min, bei 26 % 1 bis 1,5 h und bei 33 % 1,5 bis 2 h.

**Energieumsatz bezogen auf das Körperegewicht (W) bzw. das metabolische Körperegewicht (W<sup>0,75</sup>)**

	Körperegewicht			Metabolisches Körperegewicht		
	kJ/kg W	SE	relativ	kJ/kg W <sup>0,75</sup>	SE	relativ
Liegen	73,3	1,9	100,0	375,6	9,5	100,0
Stehen	87,4	1,4	119,2	430,4	6,8	114,6
Differenz	14,1	2,9		54,8	14,0	

Die Korrelation zwischen der Wärmeproduktion und der Stehzeit beträgt  $r = 0,53$  (bei Bezug auf kg W) bzw. 0,55 (bei Bezug auf kg W<sup>0,75</sup>) und ist signifikant ( $p < 0,001$ ). Die Einbeziehung der unabhängigen Variablen "Anzahl der Positionswechsel" in das Modell ergab jedoch keinen signifikanten Koeffizienten für diese Variable. Die Wärmeproduktion wird durch das Stehen um 19 % bzw. 15 % gegenüber dem Liegen erhöht und beträgt 14 kJ/kg W bzw. 55 kJ/kg W<sup>0,75</sup> (Tabelle). Wird eine Stehzeit von z. B. 50 % des Tages unterstellt (3), beträgt der Energieaufwand einer 600 kg schweren Kuh für das Stehen 3,5 bis 4 MJ ME pro Tag, was dem Energiebedarf für ca. 0,7 kg Milch entspricht.

(1) BERGNER, H., HOFFMANN, L., (1996): Bioenergetik und Stoffproduktion landwirtschaftlicher Nutztiere, 201, Harwood Academic Publishers, Amsterdam

(2) MCLEAN, J. A., (1972): Br. J. Nutr. 27, 597-600

(3) WIERENGA, H. K., HOPSTER, H., (1990): Appl. Anim. Behav. Sci., 26, 309-337

\*Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Universität Kiel, D-24098 Kiel

**90. Untersuchungen zur Wirkung von einzelnen mittellangketten Fettsäuren auf die Methanbildung sowie den Energieumsatz von Milchkühen** (Effect of single medium-chain fatty acids on methane formation and energy turnover in dairy cows). Frigga Dohme\*, F. Sutter, Andrea Machmüller und M. Kreuzer – Zürich

Fette, die einen hohen Anteil an mittellangketten, gesättigten Fettsäuren ( $C_{8:0}$  bis  $C_{16:0}$ ) haben, erwiesen sich in früheren Studien mit dem RUSITEC-System als besonders effektiv in ihrer methan-senkenden Wirkung. Unklar ist bislang, welche dieser Fettsäuren tatsächlich wirksam sind.

In einem Vorversuch mit einem 8-Fermenter RUSITEC-System wurden sieben verschiedene Fettsäuren ( $C_{8:0}$ ,  $C_{10:0}$ ,  $C_{12:0}$ ,  $C_{14:0}$ ,  $C_{16:0}$ ,  $C_{18:0}$  und  $C_{18:2}$ ) in ihrer Wirkung auf die Pansenfermentation untersucht. Die täglich zugeführte Futtertrockenmasse pro Fermenter bestand aus 5,4 g Maissilage, 0,6 g Heu, 1,2 g Gerste, 2,7 g Sojaextraktionschrot und 0,6 g Kartoffelprotein. Dies wurde mit 0,55 g je einer Fettsäure ergänzt und mit einer achten, unsupplementierten Kontrollration verglichen. Vier Versuchsdurchgänge von jeweils 10 Tagen wurden durchgeführt, so dass vier Beobachtungen pro Variante vorlagen. Neben  $C_{18:2}$  (Linolsäure) verursachten besonders  $C_{12:0}$  (Laurinsäure) und  $C_{14:0}$  (Myristinsäure) eine verringerte Methanbildung, was mit einer reduzierten Faserverdauung einherging.  $C_{12:0}$  wirkte im Gegensatz zu  $C_{14:0}$  neben der deutlichen Verringerung der Methanogenen auch eine signifikante Hemmung der Protozoenzahl. Die Einflüsse von  $C_{8:0}$ ,  $C_{10:0}$  und  $C_{16:0}$  auf die Pansenfermentation blieben deutlich geringer,  $C_{18:0}$  (Stearinsäure) hatte keine Wirkung.

Auf Grund der *in vitro* gewonnenen Resultate wurde im Hauptversuch an 3x6 frischlaktierende Milchkühe je eine von drei verschiedenen Versuchsvarianten verabreicht, die sich lediglich in der zugesetzten Fettsäure, nämlich  $C_{12:0}$ ,  $C_{14:0}$  oder  $C_{18:0}$  (Kontrollration), unterschieden. Die Versuchsrationen setzten sich je kg T aus folgenden Komponenten zusammen: 306 g Grassilage, 192 g Maissilage, 102 g Heu, 264 g Gerste, 56 g Maiskleber, 28 g Zuckerrübenmelasse, 12 g Mineralstoffe und 40 g der entsprechenden Fettsäure. Vor Beginn der 15-tägigen Hauptperiode, in der sowohl Milch- als auch Futteraufnahmedaten automatisch erfasst wurden, erhielten alle Tiere 10 Tage lang die Kontrollration. Innerhalb der letzten 6 Tage der Hauptperiode wurden Kot und Harn quantitativ gesammelt. In der Mitte dieser Periode wurde eine 2-tägige Respirationsmessung durchgeführt.

Die Kühe, welche die  $C_{14:0}$ - und die  $C_{18:0}$ -Ration erhielten, verzehrten die gemäß Leistung und Lebendmasse zugeteilte Futtermenge nahezu ohne Rückwaagen. Mit  $C_{12:0}$  in der Ration verringerte sich jedoch die Akzeptanz des supplementierten Kraftfutters, so dass die Tiere in dieser Gruppe verglichen mit der Kontrollgruppe durchschnittlich 21% weniger Energie aufnahmen. Mit  $C_{12:0}$  war die Methanbildung mit 425 l/d im Vergleich zu  $C_{18:0}$  signifikant um 21% erniedrigt, mit  $C_{14:0}$  (514 l/d) nur um ca. 5%. Ein Teil des Methanrückgangs mit Zulage von  $C_{12:0}$  erklärt sich aus dem geringeren Futterverzehr, dennoch war die Methanbildung je Einheit aufgenommener Rohfaser auch tendenziell um 14% relativ zur Kontrollration verringert, da Grundfutter nicht verweigert worden war. Durch eine um 11% ( $p<0,1$ ) herabgesetzte Rohfaserverdaulichkeit mit  $C_{12:0}$  wurde letztendlich aber mit allen drei Rationen gleich viel Methan je Einheit verdauter Rohfaser gebildet. Mit den beiden mittellangketten Fettsäuren lagen, möglicherweise aufgrund einer höheren Verdaulichkeit mittellangketiger Fettsäuren, Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit der Futterenergie höher als in der Kontrollration (signifikant für  $C_{14:0}$ ). Aus diesem Grund waren Energiebilanz und Milchmenge numerisch mit  $C_{14:0}$  am höchsten, wegen des verringerten Kraftfutterverzehrs mit  $C_{12:0}$  am niedrigsten. Die Wärmebildung fiel für  $C_{14:0}$  und  $C_{18:0}$  gleich aus und war mit  $C_{12:0}$  signifikant gesenkt. Die Unterschiede im Ausmaß der Reaktion in der Methanfreisetzung je kg Futter-T *in vitro* und *in vivo* lassen sich möglicherweise durch die unterschiedliche Zusammensetzung der Rationen und noch unbekannte Wechselwirkungen mit anderen Nährstoffen erklären.

\* Institut für Nutztierwissenschaften, Tierernährung, ETH Zürich, ETH Zentrum/LFW, CH-8092 Zürich

**91. Einfluss der Nichtstärke-Polysaccharide in Winterweizen auf die Umsetzbare Energie beim Ferkel** (Influence of nonstarch-polysaccharides in wheat on metabolisable energy for weaned pigs) H. Kluge\* und H. Jeroch - Halle (Saale)

Zum Einfluss der Gehalte an Nichtstärke-Polysacchariden (NSP) und speziell den löslichen Fraktionen in deutschen Weizensorten auf die Umsetzbare Energie beim Broiler liegen umfangreiche Untersuchungen von Dusel u. a. (1997) vor. Dagegen wurden gezielte Sortenvergleiche beim Schwein zu dieser Problematik bisher nicht durchgeführt. Aus dem Erntejahr 1997 wurden 5 Sorten als eine Mischprobe von 5 Prüfstandorten der Sortenprüfung Sachsen-Anhalt verwendet. Die Bestimmung der NSP und der Extraktiviskosität erfolgte nach den bei Dusel u. a. (1997) beschriebenen Methoden. Die Messung der Umsetzbaren Energie und der Verdaulichkeit der Organischen Substanz (OS) wurde mit 4 Ferkeln in der 6.-8. Lebenswoche durchgeführt. Zur Berechnung der Harnenergie diente die Formel nach Hoffmann und Klein (1980) nach C- und N-Analyse. Die Rationen enthielten 88,5 % Weizen, 7 % Sojaproteinisolat und eine Ergänzung aus Prämix und synthetischen Aminosäuren. Die Rationen wurden pelletiert gefüttert. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengefaßt.:

Sorte	NSP	Arabinoxylane		Viskosität im Futter mPas	Umsetzbare Energie MJ/kg T	Verdaulichkeit der OS %
		gesamt g/kg T	löslich			
Contra	112	61	13	1,93	15,97	91,6
Ritmo	115	62	11	1,81	15,85	91,4
Aron	130	72	17	3,36	15,60	90,8
Alidos	127	73	17	4,22	15,76	90,8
Bussard	112	63	11	2,55	15,99	91,0

Die im Bilanzversuch ermittelte Umsetzbare Energie der auf Weizen basierenden Rationen variierte zwischen 15,6 und 16,0 MJ/kg T. Gegenüber den Sortenuntersuchungen am Broiler konnten beim Ferkel keine signifikanten Sortenunterschiede bei der Umsetzbaren Energie festgestellt werden. Die Differenz von 0,4 MJ/kg T Umsetzbare Energie und 0,8 Prozentpunkte OS-Verdaulichkeit steht in enger Beziehung zum Gehalt an NSP. So korrelierte die Umsetzbare Energie signifikant negativ zum NSP-Gehalt ( $r = -0,62$ ) und AX-Gehalt ( $r = -0,53$ ). Zwischen Umsetzbarer Energie und Verdaulichkeit der Organischen Substanz wurde eine Korrelation von  $r = 0,83$  ermittelt.

DUSEL, G., KLUGE, H., GLÄSER, K., SIMON, O., HARTMANN, G., LENGERKEN, J. V., JEROCH, H., (1997): Arch. Anim. Nutr., 50, 121-135  
HOFFMANN, L., KLEIN, M., (1980): Arch. Anim. Nutr., 30, 743-750

\* Institut für Ernährungswissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Emil-Abderhalden-Str. 26, 06108 Halle (Saale)

**92. In vitro-Versuche zum  $Mg^{2+}$ -Transport über das Pansenepithel – Ableitung einer Modellvorstellung** (A model of  $Mg^{2+}$  transport across the rumen epithelium). Monika Schweigel\* und H. Martens – Berlin

Beim Wiederkäuer ist das Vormagensystem Hauptort der  $Mg^{2+}$ -Resorption. Der  $Mg^{2+}$ -Transport aus dem Pansen in das Blut erfolgt hauptsächlich (85–95 %) transzellulär und weist eine potentialunabhängige ( $K^+$ -insensitive) sowie eine potentialabhängige ( $K^+$ -sensitive) Komponente auf (LEONHARD-MAREK u. MARTENS 1996).

**Modell zum  $Mg^{2+}$ -Transport.** Es wird angenommen, daß die  $Mg^{2+}$ -Aufnahme in die Pansenepithelzellen (PEZ) parallel über einen elektroneutralen Mechanismus ( $Mg^{2+}/H^+$ -Austauscher,  $Mg^{2+}$ -Anionen-Kotransport) und elektrodifusiv über einen Kanal erfolgt (LEONHARD-MAREK et al., 1998; SCHWEIGEL u. MARTENS, 1999). Der  $Mg^{2+}$ -Efflux wird durch einen  $Na^+/Mg^{2+}$ -Antiport vermittelt, der mit großer Wahrscheinlichkeit elektroneutral ( $2Na^+ : 1Mg^{2+}$ ) arbeitet. Die vorgestellten in vitro-Untersuchungen dienten der weiteren Charakterisierung dieser Transportmechanismen.

**PD-abhängiger,  $K^+$ -sensitiver Transport.** Für die PD-abhängige  $Mg^{2+}$ -aufnahme ist  $PD_a$ , die Potentialdifferenz über der apikalen Membran des Pansenepithels, als Haupttriebkraft anzusehen. Deshalb wurde an isolierten Pansenepithelien untersucht, in welcher Weise sich Veränderungen von  $PD_a$  auf den transzellulären  $Mg^{2+}$ -Transport auswirken. Da zwischen der transepithelialen Potentialdifferenz ( $PD_t$ ) und  $PD_a$  eine streng lineare Beziehung, mit  $PD_a = 0.72PD_t - 53.4$  mV ( $r^2 = 0.9$ ;  $n = 13$ ,  $P < 0.01$ ) besteht, konnte  $PD_a$  durch Manipulation von  $PD_t$  (Blutseite positiv) variiert werden. Wie die Daten in der nachfolgenden Tabelle zeigen, führte eine Vergrößerung der  $PD_t$  (Blutseite positiv) zu einer Depolarisation von  $PD_a$  und war mit einer signifikanten Reduktion von  $J_{ms}^{Mg}$  verbunden.

$PD_t$ (mV)	$PD_a$ (mV)	$J_{ms}^{Mg}$ (nmol $\cdot$ cm $^{-2}$ $\cdot$ h $^{-1}$ )
0	-54	65,9 $\pm$ 13,8
15	-43	48,5 $\pm$ 8,4*
30	-32	40,6 $\pm$ 7,8*
45	-21	31,5 $\pm$ 6,1*

Die Beziehung zwischen  $PD_a$  und  $J_{ms}^{Mg}$  lässt sich durch eine Exponentialfunktion mit:  $J_{ms}^{Mg} = 18,7 + 6,08e^{(-0,038PD_a)}$  beschreiben. ( $r^2 = 0,99$ )  
\*  $P < 0,05$

In weiteren Versuchen wurde nachgewiesen, daß die freie intrazelluläre  $Mg^{2+}$ -Konzentration ( $[Mg^{2+}]_i$ ) von Pansenepithelzellen (PEZ) nach Depolarisation des Membranpotentials ( $E_m$ ) abnimmt und nach Hyperpolarisation ansteigt.

**PD-unabhängiger, elektroneutraler Transport** Die  $Mg^{2+}$ -Aufnahme ruminaler Epithelzellen ließ sich durch hohe extrazelluläre  $[Mg^{2+}]$ , Butyrat und  $HCO_3^-/CO_2$  stimulieren. Der  $Mg^{2+}$ -Efflux war  $Na^+$ -abhängig und zeigte typische Charakteristika eines  $Na^+/Mg^{2+}$ -Austauschers (pH- und  $K^+$ -insensitiv, durch Imipramin und Quinidin blockierbar).

**Schlüssefolgerungen** Der PD-abhängige Mechanismus ermöglicht auch bei sehr niedrigen ruminalen  $[Mg^{2+}]$  eine ausreichende  $Mg^{2+}$ -Resorption, da  $PD_a$  eine starke Triebkraft für die passive  $Mg^{2+}$ -Aufnahme darstellt. Bei niedrigen  $[Mg^{2+}]$  in der Pansenflüssigkeit wirken sich daher Faktoren, wie  $K^+$ -Belastung, die zu einer Beeinträchtigung des PD-sensitiven Mechanismus (Depolarisation von  $PD_a$ ) führen, besonders negativ auf die  $Mg^{2+}$ -Aufnahme aus. Da bei hoher  $[Mg^{2+}]$  in der Pansenflüssigkeit die  $Mg^{2+}$ -Resorption überwiegend durch den PD-unabhängigen Aufnahmemechanismus erfolgt, kann der negative Effekt von  $K^+$  durch  $Mg^{2+}$ -Supplementation kompensiert werden.

LEONHARD-MAREK, S., MARTENS, H., GÄBEL, G., (1998): Exp. Physiol. 83, 155-164  
LEONHARD-MAREK, S., MARTENS, H., (1996): Am. J. Physiol. 271, G1034-G1038  
SCHWEIGEL, M., LANG, I., MARTENS, H., (1999): Am. J. Physiol. 277 (in press)

\* Institut für Veterinär-Physiologie, Freie Universität Berlin, Oerzenweg 19b, D-14136 Berlin

**93. Outcome of *in vivo* experiments on Mg absorption in ruminants in relation to the current *in vitro* model of ruminal Mg absorption** (Ergebnisse von *in vivo*-Experimenten zur Magnesium Absorption bei Wiederkäuern in Bezug auf das gegenwärtige *in vitro*-Modell der Magnesium Absorption im Pansen) J. Th. Schoneville\* and A. C. Beynen – Utrecht

Currently, it is thought that ruminal Mg absorption consists of a  $K^+$ -independent, carrier-mediated process and a  $K^+$ -dependent, electrogenic transport component (LEONHARD et al., 1989; LEONHARD-MAREK and MARTENS, 1996). This model is primarily based on in-vitro experiments with isolated sheep rumen epithelium. Therefore, we would like to present data on Mg absorption in ruminants based on dietary trials (SCHONEVILLE, 1999) and check whether or not the outcome of these trials can be explained by the proposed model of ruminal Mg absorption.

Dietary variables tested in our experiments were type and amount of rapidly fermentable carbohydrates, level of Mg intake, intrinsic potassium and several supplemental K-sources. It appeared that the controlled feeding trials predictedly affected ruminal Mg and K concentrations so that Mg absorption substantiated the model of Mg absorption proposed. Thus, the ruminal concentrations of Mg and K predominantly determine Mg absorption.

In our studies, an increase in dietary concentrations of Mg and/or K had a more pronounced effect on ruminal concentrations of Mg and/or K in sheep than in cattle. Sheep diets were rich in concentrates. Thus, it might be that the diluting effect of saliva was smaller in sheep, when compared to the cows, resulting in higher ruminal Mg and K concentrations in sheep. This reasoning suggests that the amount of concentrate in the ration affects Mg absorption. Two experiments were done in which the roughage to concentrate ratio was varied and Mg absorption was measured. Results will be shown.

In contrast to controlled feeding trials, a study with grass silages with K contents ranging from 30–45 g K/kg dry matter, did not show an effect of intrinsic K on Mg absorption. It may be suggested that dietary K concentrations in the grass silages were already so high that they did not inhibit Mg absorption any further. However, under controlled dietary conditions a similar range in dietary K concentrations did significantly affect Mg absorption. Thus, the practical relevance of data concerning Mg absorption obtained from controlled feeding trials is not always straight forward.

LEONHARD, S., MARTENS, H., GÄBEL, G., (1989): Acta Vet. Scand. 28 (suppl), 146-151  
LEONHARD-MAREK, S., MARTENS, H., (1996): Am. J. Physiol. 271, G1034-G1038  
SCHONEVILLE, J.Th., (1999): Thesis, Utrecht University

\* Department of Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht University, PO Box 80.152, 3508 TD Utrecht, The Netherlands

**94. Einfluss einer anionenreichen Ration auf die Pansen- und Blutzusammensetzung bei Schafen** (Effects of an anion rich feeding on specific parameters of rumen fluid and blood). Christiane Praechter\*, B. Schröder und G. Breves - Hannover

Anionenreiche Rationen nach dem Konzept der Dietary-Cation-Anion-Balance (DCAB-Konzept, BREVES et al. 1999) werden mit guten Erfolgen in den letzten drei Wochen vor der Abkalbung bei Milchkühen eingesetzt, um der Entstehung einer hypocalämischen Gebärparese vorzubeugen. Die physiologischen Wirkungsmechanismen dieses Effektes sind bislang noch nicht ausreichend untersucht.

Es war das Ziel der vorliegenden Untersuchungen, den Einfluss einer anionenreichen Ration auf ausgesuchte Parameter der Pansenflüssigkeit und des Blutes beim Schaf als Modell für die Kuh näher zu charakterisieren.

Fünf ausgewachsene Schafe, die mit Pansenkanülen ausgestattet waren, wurden im Wechsel jeweils über 22-25 Tage rationiert mit Heu und einem kationenreichen Ergänzungskraftfutter für Zuchtschafe (Salvana Tiernahrung GmbH, Elmshorn;  $\Sigma+142$  meq/g T) bzw. einem Anionen-Ergänzungskraftfutter für Rinder ( $\Sigma -169$  meq/kg T) gefüttert. Am Ende der Fütterungsperiode erfolgten die Blut- und Pansenflüssigkeitsnahmen sowie die Erfassung der jeweiligen transmuralen Potentialdifferenz.

Am Tag 22 der Fütterungsperiode lag der Blut-pH bei der anionenreichen gefütterten Gruppe mit  $7,35 \pm 0,04$  signifikant niedriger als bei der Kontrollgruppe mit  $7,42 \pm 0,01$ . Die entsprechenden BE-Werte ("Base excess") waren ebenfalls signifikant verschieden und betrugen  $-3,4 \pm 2,7$  mM und  $+2,2 \pm 1,5$  mM. Diese Befunde müssen klinisch als partiell kompensierte metabolische Acidose interpretiert werden. Die Konzentrationen an Gesamt-Ca im Blut waren in beiden Gruppen nicht wesentlich verschieden, sie betrugen bei anionenreicher Fütterung  $2,44 \pm 0,19$  mM und in der Kontrollgruppe  $2,42 \pm 0,14$  mM. Die Plasmakonzentrationen des auf pH 7,4 korrigierten ionisierten Ca ( $\text{Ca}_{\text{ion}}$ ) zeigten eine Tendenz zu höheren Werten in der anionenreichen gefütterten Gruppe ( $1,33 \pm 0,09$  mM) gegenüber der Kontrollgruppe ( $1,27 \pm 0,12$  mM). Dieser Effekt konnte bereits ab dem 3. Fütterungstag beobachtet werden.

Die Auswirkungen der anionenreichen Fütterung auf Parameter des Pansenastes sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst (Student's t Test für unverbundene Stichproben):

Ration	pH-Wert	Acetat (mM)	Propionat (mM)	Butyrat (mM)	Gesamt-Ca (mM)	$\text{Ca}_{\text{ion}}$ (mM)	Mg (mM)	Cl (mM)	$\text{P}_i$ (mM)
anionenreich	$6,47 \pm 0,04$	$63,7 \pm 6,2$	$17,1 \pm 1,5$	$9,4 \pm 0,8$	$2,8 \pm 1,0$	$1,08 \pm 0,18$	$2,22 \pm 0,20^*$	$14,8 \pm 2,3^*$	$12,6 \pm 3,3$
kationenreich	$6,46 \pm 0,06$	$66,7 \pm 6,0$	$16,5 \pm 1,5$	$11,0 \pm 1,5$	$2,7 \pm 0,4$	$0,87 \pm 0,16$	$1,67 \pm 0,16$	$12,0 \pm 0,9$	$14,7 \pm 3,5$

Der pH-Wert, Gehalt an kurzkettigen Fettsäuren, Gesamt-Ca und  $\text{P}_i$  im Pansen wurden durch die anionenreiche Fütterung nicht signifikant beeinflusst. Der Anteil an ionisiertem Ca stieg bei anionenreicher Fütterung tendenziell an (24%, Tag 25,  $p=0,09$ ), während die Mg- und Cl-Konzentrationen signifikant erhöht waren. Auf die transmurale Potentialdifferenz hatte die Fütterung keinen Einfluß. Sie betrug  $-32,7 \pm 3,57$  mV für die Anionengruppe und  $-30,8 \pm 4,73$  mV für die Kontrollgruppe.

Die Ergebnisse lassen es als möglich erscheinen, dass bei anionenreicher Fütterung die Verfügbarkeit des ionisierten Ca im Pansen und Blut erhöht ist.

BREVES, G., PRAECHTER, C., SCHRÖDER, B., (1999): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 27-35

\* Physiologisches Institut, Tierärztliche Hochschule, Bischofsholer Damm 15/102, D-30173 Hannover

**95. In vitro-Untersuchungen zum Einfluss einer anionenreichen Ration auf den ruminalen Ca-Transport bei Schafen** (In vitro studies on ruminal Ca transport in sheep as affected by an anion rich feeding). B. Schröder\*, C. Praechter, S. Leonhard-Marek und G. Breves - Hannover

Zahlreiche Studien belegen eine Verminderung der Inzidenz für hypocalämische Gebärparese bei Anwendung einer anionenreichen Fütterung während der letzten 2-3 Wochen ante partum (BREVES u.a. 1999). Über die physiologischen Grundlagen dieses calciotrofischen Effektes ist nur wenig bekannt. Theoretisch könnten die hohen Ca-Verluste über die Milch mittels gesteigerter gastrointestinaler Ca-Nettoabsorption, wie z.B. aus dem Pansen, und/oder mittels einer erhöhten Ca-Mobilisation aus dem Knochen (bzw. verminderter Einbau) ausgeglichen werden. Eine signifikante Beteiligung der Nieren kann dagegen ausgeschlossen werden, da die renale Ca-Exkretion schon vor der Laktation gering ist. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, festzustellen, ob die aktive  $\text{Ca}^{2+}$ -Resorption im Pansen von Schafen bei anionenreicher Fütterung stimuliert wird.

Fünf Schafe (ca. 50 kg Lebendmasse) wurden über 3 Wochen rationiert mit Heu und einem kationenreichen Ergänzungskraftfutter für Zuchtschafe gefüttert (Salvana Tiernahrung GmbH, Elmshorn;  $\Sigma+142$  meq/g T) und 4 Schafe erhielten in gleicher Weise Anionen-Ergänzungskraftfutter für Rinder ( $\Sigma-169$  meq/kg T). Die Messungen der unidirektionalen Fluxraten (mukosal nach serosal  $J_{ms}$ , serosal nach mukosal  $J_{sm}$ ) erfolgten *in vitro* in Ussing-Kammern mit modifiziertem Krebs-Henseleit Puffer mit  $60 \text{ mmol l}^{-1}$  kurzkettigen Fettsäuren ( $36 \text{ mmol l}^{-1}$  Na-Aacetat,  $15 \text{ mmol l}^{-1}$  Na-Propionat und  $9 \text{ mmol l}^{-1}$  Na-Butyrat im mukosalen Gewebebufffer bzw.  $60 \text{ mmol l}^{-1}$  Na-Gluconat im serosalen Puffer) und  $1,2 \text{ mM}$  Ca bei  $39^\circ\text{C}$  und einem pH-Wert von 7,4 unter Carbogen-Begasung mit gestrippten Epithelien des ventralen Pansensackes in Gegenwart einer transmuralen Potentialdifferenz (PD) von  $-25 \text{ mV}$ ,  $0 \text{ mV}$  oder  $+25 \text{ mV}$  (PD jeweils auf die serosale Seite bezogen). Unter diesen Bedingungen lassen sich nach FRIZZELL & SCHULTZ (1972) die potentialabhängigen bzw. -unabhängigen Anteile der  $J_{ms}$  und  $J_{sm}$  differenzieren. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die  $J_{net}$  für Ca ( $J_{net} = J_{ms} - J_{sm}$ ), die unter Kurzschlussstrombedingungen (PD=0mV) erhoben wurden, zeigten mit  $21,9 \pm 4,0 \text{ nmol cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  ( $n=4, \bar{X} \pm \text{SEM}$ ) bei anionenreicher Fütterung im Vergleich zur kationenreichen Ration mit  $12,5 \pm 1,4 \text{ nmol cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  ( $n=5$ ) eine um ca. 75% höhere Nettoresorption. Unter den gewählten Versuchsbedingungen sind positive  $J_{net}$ -Werte als sicherer Hinweis auf die Beteiligung aktiver Mechanismen an der Resorption zu werten.

Tabelle 1 PD-abhängige und PD-unabhängige Anteile der  $J_{ms}$  bzw.  $J_{sm}$  für Ca bei PD=0 mV in isolierten Pansenepithelien von Schafen mit kationen- bzw. anionenreicher Fütterung ( $\bar{X} \pm \text{SEM}$ ; <sup>a,b</sup> in den selben Spalten  $p < 0,01$ , Student's t-Test für unverbundene Stichproben).

Fütterung	$J_{ms}$ [ $\text{nmol cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ]		$J_{sm}$ [ $\text{nmol cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ]	
	P <sub>D</sub> -abhängig	P <sub>D</sub> -unabhängig	P <sub>D</sub> -abhängig	P <sub>D</sub> -unabhängig
kationenreich ( $n=5$ )	$7,8 \pm 0,5^a$	$8,0 \pm 0,7$	$1,2 \pm 0,8$	$1,9 \pm 1,3$
anionenreich ( $n=4$ )	$11,4 \pm 0,6^b$	$13,9 \pm 3,4$	$0,9 \pm 1,0$	$2,5 \pm 1,6$

Erstmals wird in dieser Studie gezeigt, dass die Verabreichung einer anionenreichen Ration einen stimulierenden Effekt auf die aktive Ca-Nettoresorption im Schafpansen hat, wobei der Anstieg des P<sub>D</sub>-abhängigen Anteils statistisch gesichert ist.

BREVES, G., PRAECHTER, C., SCHRÖDER, B., (1999): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 27-35  
FRIZZELL, R.A., SCHULTZ S.G., (1972): J. Gen. Physiol. 59, 318-346

\* Physiologisches Institut, Tierärztliche Hochschule, Bischofsholer Damm 15/102, D-30173 Hannover

**96. Einfluss der Cl-Konzentration auf den ruminalen Ca-Transport bei Schafen** (Influence of Cl concentration on Ca transport across sheep rumen epithelium). Sabine Leonhard-Marek\*, B. Schröder und G. Breves - Hannover

Anionenreiche Diäten werden in den letzten 3 Wochen ante partum mit Erfolg in der Prophylaxe der hypocalcämischen Gebärparrese eingesetzt. Über die physiologischen Hintergründe dieses Erfolges ist nur wenig bekannt. Etwa die Hälfte der gastrointestinalen Ca-Resorption von Schafen verläuft über das Epithel des Reticulorumens (1). Dabei sinkt die Ca-Resorption mit steigender Potentialdifferenz über dem Pansenepithel (2). Eine Erhöhung der ruminalen Cl-Konzentration senkt diese Potentialdifferenz ab (3). In der vorliegenden Studie sollte deshalb die Bedeutung von Cl-Ionen für den ruminalen Ca-Transport untersucht werden.

Adulte Schafe (~50kg LM) wurden über 3 Wochen rationiert mit Heu gefüttert, eine Gruppe erhielt in dieser Zeit ein kationenreiches Ergänzungskraftfutter für Zuchtschafe (Salvana, Elmshorn, +142 mEq/g TS), die zweite Gruppe ein anionenreiches Ergänzungskraftfutter für Rinder (-169 mEq/g TS). Nach der Schlachtung der Tiere wurden Pansenepithelien isoliert, in Ussing-Kammern inkubiert und unidirektionale Ca-Fluxraten mittels  $^{45}\text{Ca}$  bestimmt, sowie die Parameter Kurzschlussstrom ( $I_{sc}$ ) und transepitheliale Leitfähigkeit ( $g_t$ ) registriert. Die Epithelien wurden unter Kurzschlussbedingungen (0 mV) bzw. bei einer transepithelialen Potentialdifferenz ( $PD_t$ ) von +25 oder -25 mV inkubiert. Die Bestimmung der Ca-Fluxe bei verschiedenen  $PD_t$  erlaubt die Darstellung der Fluxraten in Abhängigkeit von der elektrischen Triebkraft und damit die Darstellung elektrogenen ( $PD_t$ -abhängiger) und elektroneutraler ( $PD_t$ -unabhängiger) Fluxkomponenten. Chlorid-reiche Pufferlösungen enthielten 68 mM Cl, Chlorid-arme Pufferlösungen 10 mM Cl (und 58 mM Gluconat). Bei Abwesenheit elektrischer Gradienten stimulierte eine Erhöhung der mucosalen Cl-Konzentration den Ca-Flux von mucosal nach serosal ( $J_{ms}$ ) und reduzierte den Ca-Flux von serosal nach mucosal ( $J_{sm}$ ), sodass die Ca-Nettoresorption ( $J_{net}$ ) signifikant erhöht wurde (Tab. 1). Die Epithelien anionenreich gefütterter Schafe zeigten unter diesen Bedingungen einen höheren Ca-ms-Flux und eine höhere Ca-Nettoresorption. Die höhere Cl-Konzentration erhöhte sowohl den elektroneutralen als auch den elektrogenen Anteil von  $J_{ms}$  und verminderte den elektroneutralen Anteil von  $J_{sm}$ .

Tabelle 1: Ca-Fluxraten ( $\text{nmol cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ ), Leitfähigkeit ( $g_t$ ,  $\text{mS cm}^{-2}$ ) und Kurzschlussstrom ( $I_{sc}$ ,  $\mu\text{Eq cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) isolierter Pansenepithelien in Abhängigkeit von der Fütterung und der mucosalen Cl-Konzentration (MW $\pm$ SEM, 2-faktorielle Varianzanalyse: Cl-Effekt  $P<0,05$  für  $J_{ms}$ ,  $J_{sm}$ ,  $J_{net}$  und  $g_t$ , Diät-Effekt  $P<0,05$  für  $J_{ms}$ ,  $J_{net}$  und  $g_t$ , Cl x Diät  $P<0,05$  für  $J_{ms}$  und  $J_{net}$ )

Fütterung	[Cl]mucosal	$J_{ms}$	$J_{sm}$	$J_{net}$	$g_t$	$I_{sc}$	N
kationenreich	68 mM	$16,4 \pm 1,5$	$4,3 \pm 0,7$	$12,1 \pm 1,8$	$3,11 \pm 0,22$	$0,58 \pm 0,11$	5
kationenreich	10 mM	$12,7 \pm 1,5$	$6,2 \pm 0,7$	$6,5 \pm 1,8$	$2,72 \pm 0,22$	$0,81 \pm 0,11$	5
anionenreich	68 mM	$27,4 \pm 1,9$	$3,2 \pm 0,9$	$24,2 \pm 2,3$	$4,18 \pm 0,29$	$0,62 \pm 0,14$	3
anionenreich	10 mM	$16,4 \pm 1,9$	$5,2 \pm 0,9$	$11,2 \pm 2,3$	$3,19 \pm 0,29$	$0,68 \pm 0,14$	3

Nach diesen Befunden könnte eine höhere ruminale Cl-Konzentration als Folge anionenreicher Fütterung *in vivo* eine erhöhte ruminale Ca-Resorption bedingen und damit am Erfolg dieser Diäten in der Prophylaxe der Gebärparrese beteiligt sein.

- (1) SCHRÖDER, B., RITTMANN, I., PFEFFER, E., BREVES, G., (1997): J. Comp. Physiol. B 167, 43-51
- (2) HÖLLER, H., BREVES, G., KOCABATMAZ, M., GERDES, H., (1988): Qu. J. Exp. Physiol. 73, 609-618
- (3) BLUME, I., (1981): Diss. Tierärztl. Hochsch. Hannover

\* Physiologisches Institut, Tierärztliche Hochschule, Bischofsholer Damm 15/102, D-30173 Hannover

**97. Luminal pH-dependent effects of ammonia on Na transport across the ruminal epithelium of sheep *in vitro***<sup>1</sup> (pH-Wert abhängige Auswirkungen von Ammoniak auf den ruminalen Na-Transport von Schafen). K. Abdoun<sup>2</sup> and H. Martens\* - Khartum/Berlin

Ammonia absorption through the rumen wall is well known from many *in vivo* experiments. It is also known that this absorption is dependent on the prevailing intraruminal pH. At pH values near neutral, ammonia absorption increases with the intraruminal ammonia concentration, whereas at a lower intraruminal pH, ammonia absorption is depressed (1). These findings are generally taken as evidence that ammonia absorption across the epithelium of the rumen occurs by simple diffusion of the non ionised form ( $\text{NH}_3$ ). The possibility of ammonium ion ( $\text{NH}_4^+$ ) absorption from the digestive contents has also been considered (2) most probably via quinidine sensitive  $\text{K}^+$ -pathway (3). According to these reports, it was assumed that at different pH values of the mucosal solutions, the  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ -concentrations and also their absorption rate will be affected. Consequently the effect of ammonia on Na-transport and the electrophysiological parameters of the rumen epithelium should be dependent on the prevailing pH of the mucosal solution. It was the aim of the present study to test the effect of luminal ammonia concentrations at different luminal pH (7,4, 6,9 and 6,4) on Na-Transport and electrophysiological parameters across the ruminal epithelium of sheep *in vitro*. Experiments were carried out with isolated ruminal epithelial tissues of sheep using conventional Ussing-chamber technique to determine short circuit current ( $I_{sc}$ ), tissue conductance ( $G_t$ ) and uni-directional flux rates of  $\text{Na}^+$ .

The effects of 3 different ammonia concentrations (5, 15 and 30 mMol/l) in the buffer of the mucosal sides with different pH (7,4, 6,9 or 6,4) were studied in hay-fed sheep. The presence of ammonia in the buffer solution significantly ( $p \leq 0,05$ ) decreased the mucosal to serosal  $\text{Na}^+$  flux ( $J_{ms}^{\text{Na}^+}$ ) and consequently the net  $\text{Na}^+$  flux ( $J_{net}^{\text{Na}^+}$ ) at the luminal pH of 7,4, showed no significant effects at pH 6,9 and significantly ( $p \leq 0,05$ ) increased the mucosal to serosal  $\text{Na}^+$  flux ( $J_{ms}^{\text{Na}^+}$ ) and consequently the net  $\text{Na}^+$  flux ( $J_{net}^{\text{Na}^+}$ ) at pH 6,4. The data are summarised in Tab. 1 [mean  $\pm$  SEM; unidirectional  $\text{Na}^+$  flux rates ( $\mu\text{eq} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ); \*  $p \leq 0,05$ ].

Luminal pH	Control	5 mM $\text{NH}_4\text{Cl}$	15 mM $\text{NH}_4\text{Cl}$	30 mM $\text{NH}_4\text{Cl}$
7,4	$J_{ms}$ $3,90 \pm 0,43$	$J_{ms}$ $3,09 \pm 0,22^*$	$J_{ms}$ $2,34 \pm 0,27^*$	$J_{ms}$ $1,91 \pm 0,12^*$
	$J_{sm}$ $1,14 \pm 0,12$	$J_{sm}$ $1,12 \pm 0,17$	$J_{sm}$ $0,86 \pm 0,09$	$J_{sm}$ $0,86 \pm 0,05$
	$J_{net}$ $2,76 \pm 0,39$	$J_{net}$ $1,97 \pm 0,19^*$	$J_{net}$ $1,48 \pm 0,25^*$	$J_{net}$ $1,05 \pm 0,12^*$
6,9	$J_{ms}$ $5,46 \pm 0,85$	$J_{ms}$ $5,73 \pm 0,86$	$J_{ms}$ $5,80 \pm 0,59$	$J_{ms}$ $5,13 \pm 0,86$
	$J_{sm}$ $1,24 \pm 0,09$	$J_{sm}$ $0,95 \pm 0,09$	$J_{sm}$ $0,94 \pm 0,08$	$J_{sm}$ $0,88 \pm 0,07$
	$J_{net}$ $4,22 \pm 0,91$	$J_{net}$ $4,78 \pm 0,81$	$J_{net}$ $4,86 \pm 0,53$	$J_{net}$ $4,25 \pm 0,85$
6,4	$J_{ms}$ $6,01 \pm 0,42$	$J_{ms}$ $7,24 \pm 0,41$	$J_{ms}$ $7,50 \pm 0,64^*$	$J_{ms}$ $7,90 \pm 0,47^*$
	$J_{sm}$ $1,64 \pm 0,12$	$J_{sm}$ $1,66 \pm 0,08$	$J_{sm}$ $1,58 \pm 0,16$	$J_{sm}$ $1,40 \pm 0,12$
	$J_{net}$ $4,37 \pm 0,42$	$J_{net}$ $5,58 \pm 0,36$	$J_{net}$ $5,92 \pm 0,67^*$	$J_{net}$ $6,50 \pm 0,50^*$

From the present results, it can be concluded that the effect of ammonia on  $\text{Na}^+$  transport (inhibition or stimulation) is dependent on the predominant form ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ) entering the cell and the consequent effect on the intracellular availability of protons and hence the activity of  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  exchange.

1. BÖDEKER, D.; WINKLER, A. and HÖLLER, H., (1990): Exp. Physiol. 75, 587-595
2. SIDDONS, R.; NOLAN, J.; BEEVER, D. and MACRAE, J., (1985): Brit. J. Nutr. 54, 175-187
3. BÖDEKER, D. and KEMSKOWSKI, J., (1996): J. Comp. Biochem. Physiol. 114A, 305-310

<sup>1</sup> Gefördert mit Mitteln der H. Wilhelm Schaumann Stiftung

<sup>2</sup> Scholarship of the German Academic Exchange Service (DAAD)

\* Institut für Veterinär-Physiologie, Freie Universität Berlin, Oertzenweg 19b, D-14163 Berlin

**98. Resorption von Glukose aus dem gewaschenen und zeitweilig isolierten Reticulorumen von Schafen** (Absorption of glucose from the washed and temporarily isolated reticulo-rumen of sheep). J. R. Aschenbach\*, S. K. Bhatia, Petra Philipp und G. Gäbel – Leipzig/Hisar (Indien)

In vorangegangenen In-vitro-Untersuchungen wurde an isolierten Pansenepithelien von Schafen das Vorhandensein eines Natrium-Glukose-Kotransportes nachgewiesen (ASCHENBACH et al. 1998). Es gibt jedoch bisher keine Aussagen über die Resorptionsleistung dieses Transportes bei physiologischen ( $< 0,7$  mM; KAJIKAWA et al. 1997) bzw. bei pathophysiologischen Glukosekonzentrationen ( $> 10$  mM; GANTER et al. 1993). Die mögliche Bedeutung einer ruminalen Glukoseresorption in vivo war daher Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen.

**Methode:** (I) Im gewaschenen und zeitweilig isolierten Reticulorumen von Schafen wurden die Verschwindensraten von Glukose aus einer glukosehaltigen (0,5 mM) Pufferlösung (2 L) mit hoher (135 mM) bzw. niedriger (10 mM)  $\text{Na}^+$ -Konzentration sowie mit bzw. ohne Galaktosezusatz (10 mM) bestimmt. (II) In einem zweiten Versuchsansatz wurde einer im Pansen befindlichen Glukose-freien Pufferlösung 10 mM Glukose zugesetzt, wobei gleichzeitig mittels Elektroden die Potentialdifferenz zwischen V. jugularis externa und Panseninhalt bestimmt wurde. Anschließend wurde auch in diesem Versuchsansatz die Verschwindensrate von Glukose bestimmt (I & II). Zur Vermeidung eines bakteriellen Glukoseabbaus waren allen Pufferlösungen 100 mg·L<sup>-1</sup> Cefuroxim und 25 mg·L<sup>-1</sup> Colistinmethansulfonat zugesetzt. Die Effizienz der antibiotischen Behandlung wurde durch Ex-vivo-Inkubation von Pufferproben überprüft.

**Ergebnisse:** (I) Unter Kontrollbedingungen (135 mM  $\text{Na}^+$ , 0,5 mM Glukose, 0 mM Galaktose) wurden  $6,6 \pm 1,1$  % der im Pansen befindlichen Glukose innerhalb von 30 min resorbiert ( $p < 0,001$ ;  $n = 6$ ). Die Reduzierung der  $\text{Na}^+$ -Konzentration auf 10 mM führte zu einer vollständigen Hemmung der Glukoseresorption, während der Zusatz von 10 mM Galaktose (bei 135 mM  $\text{Na}^+$ ) keine signifikante Hemmung der Glukoseresorption zur Folge hatte. (II) Die Zugabe von 10 mM Glukose zu einem Glukose-freien Puffer führte innerhalb von 4 min zu einem Anstieg der transepithelialen Potentialdifferenz von  $34,4 \pm 1,7$  auf  $37,1 \pm 2,0$  mV ( $p < 0,001$ ;  $n = 5$ ). Aus der 10 mM Glukose-haltigen Pufferlösung wurden  $10,9 \pm 2,6$  % der Glukose innerhalb von 30 min resorbiert ( $p < 0,001$ ). (I & II) In keiner der Kontrollinkubationen konnte ex vivo eine signifikante Verschwindensrate von Glukose festgestellt werden.

**Schlußfolgerungen:** Glukose wird sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Konzentrationen aus dem Panseninhalt resorbiert. Die Resorption erfolgt aktiv, elektrogen und  $\text{Na}^+$ -abhängig. Da der Glukosetransport bereits bei 0,5 mM Glukose weitestgehend gesättigt sein müßte, deutet die hohe Resorption bei 10 mM Glukose auf eine Aktivierung bzw. Membranintegration von Glukosetransportproteinen hin. Die ruminale Glukoseresorption adaptiert sich daher kurzfristig (innerhalb weniger Minuten) an steigende Glukosekonzentrationen im Panseninhalt.

ASCHENBACH, J. R., WEHNING, H., KURZE, M., OSWALD, R., NIEPER, H., BURCKHARDT G., GÄBEL, G., (1998): Intestinal Mucosa and its Diseases. Falk Foundation e.V., Freiburg i. Br., 1

GANTER, M., BICKHARDT, K., WINICKER, M., SCHWERT, B., (1993): Zentralbl. Veterinärmed. A 40, 731-740

KAJIKAWA, H., AMARI, M., MASAKI, S., (1997): Appl. Environ. Microbiol. 63, 1847-1851

Gefördert durch DFG (Ga 329/3-1) und DAAD

\* Veterinär-Physiologisches Institut, Universität Leipzig, An den Tierkliniken 7, D-04103 Leipzig

**99. Untersuchungen zur Interaktion von Quercetin und Quercetinglykosiden mit dem  $\text{Na}^+$ /Glucose-Cotransporter im Dünndarm der Ratte** (Investigations on the influence of quercetin and of quercetin glycosides on the  $\text{Na}^+$ /glucose cotransporter in rat small intestine). P. Ader\*, M. Blöck, Silke Pietzsch und S. Wolffram – Kiel

Quercetin und seine Glykoside gehören zu den Flavonolen, einer Untergruppe der in allen Pflanzen vorkommenden Flavonoide. Diese polyphenolischen Substanzen verfügen neben ihrem Einfluss auf die Aktivität zahlreicher Schlüsselenzyme des tierischen Organismus v. a. über, zumindest unter *in vitro*-Bedingungen nachgewiesene ausgeprägte antioxidative Eigenschaften. Daher wird u. a. vermutet, dass diese Verbindungen nach Aufnahme mit der Nahrung eine Rolle bei der Prävention arteriosklerotischer Veränderungen, die mit der Oxidation von low density-Lipoproteinen (LDL) in Zusammenhang stehen, spielen könnten. Einige Studien an Mensch und Tier berichten über eine relativ höhere Bioverfügbarkeit bestimmter Glykoside (Glucoside) im Vergleich zum Aglykon (Quercetin) nach oraler Verabreichung äquivalenter Quercetindosen. Aufgrund dessen wurde eine Beteiligung des intestinalen  $\text{Na}^+$ /Glucose-Cotransporters (SGLT-1) an der Resorption von Quercetinglykosiden vermutet.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen war, zu überprüfen, ob eine Interaktion zwischen Quercetin bzw. ausgewählten Quercetinglykosiden und dem SGLT-1 im Dünndarm der Ratte stattfindet. Die Versuche wurden unter Anwendung einer "mucosal-uptake"-Technik mit von narkotisierten Ratten entnommenem Dünndarmgewebe durchgeführt. Die Methode ermöglicht die Messung initialer Aufnahmeraten durch die intestinale Bürstensaummembran. Als Transportsubstrat wurde unter verschiedenen Inkubationsbedingungen das radioaktiv markierte, nicht metabolisierbare Glucosederivat  $\alpha$ -Methyl-D-Glucopyranosid (MDG) eingesetzt. In einigen Versuchen wurde auch radioaktiv markiertes Alanin verwendet. Nach 3-minütiger Inkubation der Dünndarmpräparationen im entsprechenden Inkubationsmedium wurde nach Verdauung des dem Inkubationsmedium exponierten Gewebes die akkumulierte Radioaktivität als Maß für die Substrataufnahme gemessen. Die mucosale Aufnahme von MDG (0,5 mmol/l) zeigte eine klare  $\text{Na}^+$ -Abhängigkeit und wurde durch Phlorizin (0,1 mmol/l) vollständig gehemmt. Des Weiteren ergab sich eine signifikante Hemmung der  $\text{Na}^+$ -abhängigen MDG-Aufnahme (0,5 mmol/l) durch 1,0 bzw. 5,0 mmol/l nicht-markiertes MDG. Diese Versuche belegen die Funktionsfähigkeit des SGLT-1 unter den gewählten Versuchsbedingungen. Quercetin (0,25 mmol/l) und Quercetin-3-rutinosid (Rutin, 0,25 und 1,0 mmol/l) beeinflussten die Resorption von MDG (0,5 mmol/l) nicht. Quercetin-3-glukosid (Isoquercitrin, 0,25 und 1,0 mmol/l) hemmte jedoch die mucosale  $\text{Na}^+$ -abhängige Aufnahme von MDG (0,5 mmol/l) um 32,4 bzw. 40,3%. Um unspezifische Effekte von Isoquercitrin auszuschließen, wurde auch dessen Einfluss (0,5 und 1,0 mmol/l) auf die mucosale Aufnahme von <sup>14</sup>C-markiertem Alanin (0,5 mmol/l) überprüft, dessen mucosale Aufnahme jedoch völlig unbeeinflusst blieb. Zur weiteren Charakterisierung des inhibitorischen Effekts von Isoquercitrin auf den intestinalen Transport von MDG wurde auch die Kinetik des Transports von MDG in Abwesenheit bzw. Gegenwart von 1 mmol/l Isoquercitrin gemessen. Dabei ergaben sich für die  $\text{Na}^+$ -abhängige (carriervermittelte) Komponente des MDG-Transports ohne bzw. mit Zusatz des Quercetin-glycosids ein apparterer  $K_m$ -Wert von 5,9 bzw. 14,9 mmol/l und eine appartere maximale Transportrate ( $V_{max}$ ) von 617,7 bzw. 922,0 nmol/cm<sup>2</sup> · 3 min. Die deutliche Zunahme des  $K_m$ -Wertes bei weitgehend unverändertem  $V_{max}$ -Wert deutet auf eine kompetitive Hemmung des SGLT-1 durch Isoquercitrin hin. Somit scheint dieser sekundär aktive Transportmechanismus im Dünndarm zumindest eine Affinität zu Isoquercitrin aufzuweisen.

\* Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Universität Kiel, D-24098 Kiel

**100. Hemmung des  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -Austauschers ruminaler Epithelzellen durch Hyperosmolarität - Regulation durch cAMP und PGE<sub>2</sub>** (Effect of hyperosmolar solutions on the activity of  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  exchange in cultured ruminal epithelial cells - regulation by cAMP and PGE<sub>2</sub>). A. Böttcher, H. Martens und M. Schweigel\* - Berlin

Bei den Hauswiederkäuern erfolgt die  $\text{Na}^+$ -Resorption hauptsächlich über das Vormagensystem. Es ist bekannt, dass  $\text{Na}^+$  überwiegend transzellulär und über einen PD-insensitiven Mechanismus aus dem Pansen in das Blut gelangt. Die Aufnahme von  $\text{Na}^+$  in die Pansenepithelzellen wird durch einen  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -Austauscher vermittelt. In vitro Untersuchungen von LECLERCQ (1999) zeigten, dass der  $\text{Na}^+$ -Transport über das Pansenepithel durch eine erhöhte intraruminale Osmolarität reduziert wird. Es wurde vermutet, dass dieser Effekt durch eine cAMP-vermittelte Hemmung des apikal lokalisierten  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -Austauschers bedingt ist, da Prostaglandine bzw. erhöhte intrazelluläre cAMP-Konzentrationen den  $\text{Na}^+$ -Transport reduzieren (WOLFFRAM et al., 1989; GÄBEL et al., 1999). Die vorliegenden Untersuchungen wurden an isolierten ruminalen Epithelzellen mit dem Ziel durchgeführt, die Auswirkungen einer erhöhten extrazellulären Osmolarität (340 und 460 mosmol/l) auf den intrazellulären pH-Wert ( $\text{pH}_i$ ) als Indikator für die Aktivität des  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -Austauschers zu prüfen. Weiterhin wurde der Einfluss einer erhöhten intrazellulären cAMP-Konzentration sowie von exogenem PGE<sub>2</sub> auf den  $\text{pH}_i$  und die intrazelluläre  $\text{Na}^+$ -Konzentration ( $[\text{Na}^+]_i$ ) untersucht.  $\text{pH}_i$  und  $[\text{Na}^+]_i$  wurden fluoreszenzspektroskopisch bestimmt. Unter Kontrollbedingungen (HEPES gepuffertes  $\text{Na}^+$ -Medium,  $[\text{Na}^+]$ : 100 mM; Osmolarität: 300 mosmol/l) lag der  $\text{pH}_i$  bei  $6.95 \pm 0.27$  ( $n = 17$ ) und die  $[\text{Na}^+]_i$  bei  $18.83 \pm 1.74$  mM. Eine Steigerung der extrazellulären Osmolarität von 300 auf 340 bzw. 460 mosmol/l sowie die Applikation von dB-cAMP und PGE<sub>2</sub> führte zu einer signifikanten Reduktion von  $\text{pH}_i$  ( $P < 0.01$ ). Die Ergebnisse wurden in der folgenden Tabelle bzw. Abbildung zusammengefasst.

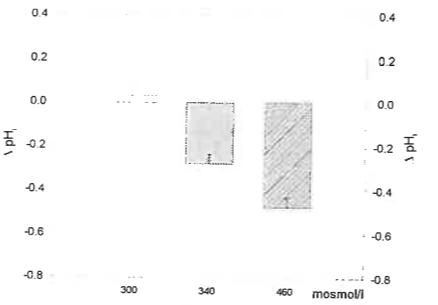
	$[\text{pH}]_i \pm \text{SD}$	n
Kontrolle	$6.76 \pm 0.07$	15
340 mosmol/l	$6.48 \pm 0.09^*$	11
460 mosmol/l	$6.33 \pm 0.25^*$	11
Kontrolle	$7.16 \pm 0.17$	5
dB-cAMP (100 $\mu\text{M}$ )	$7.04 \pm 0.19^*$	5
Kontrolle	$6.96 \pm 0.17$	4
PGE <sub>2</sub> (100 nM)	$6.76 \pm 0.08^*$	9

$P < 0.01$ ; n = Anzahl der Einzelmessungen

Der  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -Austauscher wird durch hohe Dosen (1 mM) des Diuretikums Amilorid vollständig gehemmt. Nach Erhöhung der cAMP-Konzentration war die Amilorid-sensitive Komponente von  $\text{pH}_i$  vermindert (-0.25 pH-Einheiten im Vergleich zur nicht cAMP-behandelten Kontrolle: -0.43 pH-Einheiten). Gleichzeitig induzierte cAMP eine Abnahme der  $[\text{Na}^+]_i$  um 2.19 mM auf  $16.64 \pm 1.4$  mM. Die Ergebnisse bestätigen die Vermutung, dass die nach Erhöhung der Osmolarität eintretende Verminderung des  $\text{Na}^+$ -Transportes auf eine Hemmung des  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -Austauschers zurückzuführen ist. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Austauscheraktivität durch cAMP und PGE<sub>2</sub> moduliert werden kann.

LECLERCQ, S., (1999): Dissertation, FU Berlin  
GÄBEL, G., BUTTER, H., MARTENS, H., (1999): Exp. Physiol. 84, 333-345  
WOLFFRAM, S., FRISCHKNECHT, R., SCHARRER, E., (1989): J. Vet. Med. A 36, 755-762

\* Institut für Veterinär-Physiologie, Freie Universität Berlin, Oerzenweg 19b, D-14163 Berlin



**101. In vitro-Untersuchungen über den Peptidtransport in Vormageneithelien des Schafes** (*In vitro* studies on transport of peptides across forestomach epithelia of sheep). J. KUDRITZKI, M. Schweigel, A. Böttcher und H. Martens\* - Berlin

Die Bestimmung von arteriovenösen Differenzen für Peptide sowie in vitro Untersuchungen mit Peptiden aus den Vormägen unterstützen die Annahme, dass bei Schaf und Rind eigenen Untersuchungen wurden diese Befunde nicht bestätigt (KUDRITZKI u. a., 1999). Zur Klärung dieser Widersprüche wurden weitere in vitro Versuche mit Epithelien des Pansens und des Blättermagens (Schaf) mit Hilfe der Ussing-Kammer-Methode durchgeführt und unidirektionale Fluxraten des radioaktiv markierten (<sup>3</sup>H) Peptids (D-Phenylalanin-L-Alanin = D-Phe-L-Al) bestimmt. Tab. 1 fasst die erhaltenen Ergebnisse zusammen ( $J, I_{sc} = \mu\text{eq} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ;  $G_T = \text{mS} \cdot \text{cm}^{-2}$ )

$J_{ms}$	$J_{sm}$	$J_{net}$	$I_{sc}$	$G_T$	N/n
1: $5.74 \pm 0.44$	$9.76 \pm 1.51$	$-4.02 \pm 1.31$	$0.57 \pm 0.14$	$2.48 \pm 0.12$	3/5
2: $8.66 \pm 1.16$	$10.54 \pm 0.75$	$-3.29 \pm 0.95$	$-0.26 \pm 0.10^*$	$2.93 \pm 0.30$	3/5
3: $5.71 \pm 0.38$	$8.29 \pm 1.04$	$-2.57 \pm 0.95$	$1.53 \pm 0.12$	$1.97 \pm 0.23$	3/6
4: $8.76 \pm 1.00$	$9.35 \pm 1.42$	$-0.59 \pm 0.79$	$0.18 \pm 0.08^*$	$2.98 \pm 0.42$	3/6

1: Kontrolle Pansen; 2: Quabain Pansen; 3: Kontrolle Psalter; 4: Quabain Psalter; N=Tiere; n=Gewebe; \*  $p < 0.05$

Die unidirektionalen Fluxraten von D-Phe-L-Al sind gering, wobei der Transport von der Serosa- zur Mukosaseite geringfügig (signifikant) höher ausfiel, so dass eine Nettosekretion zu beobachten war. Die Transportraten wurden nicht vermindert durch die serosale Zugabe von Quabain. Die geringfügigen Transportraten führten vielmehr zu der Vermutung, dass es sich hierbei um eine passive Diffusion - wahrscheinlich durch den parazellulären Passageweg - handelt. Diese Hypothese wurde in der Weise geprüft, dass durch mukosale Zugabe von Mannit der osmotische Druck auf 500 mosmol/l erhöht wurde. Diese Manipulation verursacht eine Zunahme der parazellulären Permeabilität und muss daher die passiven Transportraten des Peptids erhöhen. Die signifikante Zunahme der Gewebeleitfähigkeit,  $G_T$ , durch die mukosale Zugabe von Mannit wurde begleitet von einer Erhöhung der unidirektionalen Transportraten. Da beide Größen linear miteinander korrelieren, ist anzunehmen, dass der Transport von D-Phe-L-Al durch das Pansen- und Psalterepithel von Schafen wahrscheinlich ausschließlich parazellulär und passiv erfolgt. Diese Schlussfolgerung wird unterstützt durch die Bestimmung des intrazellulären pH-Wertes ( $\text{pH}_i$ ) isolierter Panseneithelzellen nach Zugabe von D-Phe-L-Al. Der übliche protonengekoppelte Peptidtransport müsste zu einem Abfall des  $\text{pH}_i$  führen, der jedoch nicht beobachtet wurde.

Diese Ergebnisse und die Erkenntnisse früherer eigener Untersuchungen (KUDRITZKI u. a., 1999) unterstützen nicht die Annahme eines aktiven Peptidtransports in Vormageneithelien vom Schaf. Die sehr geringen, wahrscheinlich parazellulär bedingten, passiven Transportraten müssen ernährungsphysiologisch für die Versorgung der Tiere mit Aminosäuren als unwichtig angesehen werden. Im Hinblick auf die Versuchsergebnisse, die *in vivo* durch die Bestimmung von arteriovenösen Differenzen von Peptiden erhalten wurden (WEBB u. a., 1992), ergeben sich erhebliche, zur Zeit nicht erklärbare Differenzen.

WEBB, K. E., Jr., MATTHEWS, J. C., DI RENZO, B. D., (1992): J. Anim. Sci. 70, 3248-3257 MATTHEWS, J. C., WONG, G. A., BENDER, P. K., BLOOMQUIST, J. R., WEBB, K. E., Jr., (1996): J. Anim. Sci. 74, 1720-1727 KUDRITZKI, J., MARTENS, H., (1999): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 81

\* Institut für Veterinär-Physiologie, Freie Universität Berlin, Oerzenweg 19b, D-14163 Berlin

**102. Einfluss einer Weizen- bzw. Maisstärkeapplikation in das proximale Duodenum von Bullen auf die Stärkeverdaulichkeit im Dünnd- bzw. Gesamtdarm** (Effects of wheat or corn starch application into the proximal duodenum of bulls on starch digestibility in the small and total intestine)\*\* Angelika Matthé\*, P. Lebzien, J. Szakacs, G. Flachowsky und A. Sommer – Braunschweig/Nitra

Bypass-Stärke kann theoretisch zu einer effizienteren Stärkeverwertung führen und somit die Glucoseversorgung von Wiederkäuern verbessern. Die Angaben über die im Dünndarm hydrolysierte und als Glucose absorbierte Stärke schwanken in der Literatur von 800 bis 2500 g Stärke je Tag (FLACHOWSKY 1999; REYNOLDS et al. 1996). Ziel des durchgeführten Versuches war es, die postruminalen Kapazität zur Stärkeverdauung zu untersuchen. Vier Bullen der Rasse Schwarzbunte ( $\varnothing$  410 kg LM) mit Pansenfistel und T-Kanülen am proximalen Duodenum sowie terminalen Ileum erhielten eine Ration aus 5,4 kg Maissilage-T und 3,6 kg Luzerneheu-T. Nach dem Schema des lateinischen Quadrates wurden in vier Perioden 666 bzw. 1332 g Weizen- (WS) bzw. Maisstärke (MS), angerührt in Wasser, mittels Schlauch und aufgesetztem Trichter in zwei Teilgaben (6.30, 18.30 Uhr) in das proximale Duodenum eingebracht. Damit wurden einschließlich der Stärkezufuhr mit dem Futter Aufnahmen von 1640 bzw. 2250 g Stärke je Tier und Tag erreicht. Nachdem die das Duodenum aus dem Futter erreichenden Stärkemengen ermittelt waren, erfolgte eine jeweils 5-tägige Probenentnahme aus Ileumchymus und Kot. Die Digestaflüsse wurden mittels Marker ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) berechnet. In Tabelle 1 ist die Verdaulichkeit der Gesamtration im Dünnd- bzw. Gesamtdarm dargestellt, Tabelle 2 zeigt die Verdaulichkeit der Stärke zwischen Duodenum und Ileum bzw. im gesamten Dünnd- und Dickdarm.

Tabelle 1: Verdaulichkeit der T der Gesamtration im Dünnd- bzw. Gesamtdarm

	Vorperiode	666 g WS	1332 g WS	666 g MS	1332 g MS
im Dünndarm	75,4 ± 0,0	75,5 ± 0,2	74,2 ± 0,6	75,3 ± 0,1	74,3 ± 0,0
im Gesamtdarm	82,0 ± 0,0	82,4 ± 0,2	81,8 ± 0,3	82,3 ± 0,1	81,7 ± 0,1

Tabelle 2: Verdaulichkeit (V) der Stärke in % im Dünnd- bzw. Gesamtdarm

	Vorperiode	666 g WS	1332 g WS	666 g MS	1332 g MS
V d. gesamten Stärke					
im Dünndarm	95,6 ± 0,0	87,9 ± 0,1	80,1 ± 1,9	87,3 ± 0,5	80,1 ± 0,3
im Gesamtdarm	97,2 ± 0,0	92,7 ± 0,1	87,7 ± 0,1	92,1 ± 0,1	88,1 ± 0,1
V der appl. Stärke					
im Dünndarm in %	-	76,8 ± 0,7	67,4 ± 3,6	74,3 ± 0,5	68,1 ± 0,8
in g	-	511 ± 4	898 ± 48	495 ± 3	907 ± 11
im Gesamtdarm in %	-	86,1 ± 0,2	81,7 ± 0,7	83,7 ± 0,8	81,1 ± 0,4
in g	-	573 ± 1	1088 ± 10	557 ± 5	1080 ± 5

Es zeigte sich, dass nur ein geringer Unterschied zwischen den Stärkequellen bestand, jedoch die Verdaulichkeit in Übereinstimmung mit NOCEK und TAMMINGA (1991) mit zunehmender Höhe der Stärkeapplikation abnahm. Schlussfolgernd ist festzustellen, dass bei der vorgenommenen Applikationsform die Kapazität der Stärkeverdauung im Dünndarm begrenzt war. Die Frage nach den Ursachen bedarf der weiteren Bearbeitung.

- (1) FLACHOWSKY, G., (1999): DLG-Fütterungskonferenz, 9./10. Feb.  
 (2) REYNOLDS, C.K., BEEVER, D.E., SUTTON, J.D., (1996): J. Dairy Sci. 79 (Suppl. 1), 138  
 (3) NOCEK, J. E., TAMMINGA, S., (1991): J. Dairy Sci. 74, 3598

\*\*Diese Arbeit wird von der DFG gefördert.

\* Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL),  
 Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

**103. Precaecal and faecal digestibility of nutrients and amino acids after processing of oats for early weaned pigs** (Precaecale und faecale Verdaulichkeit von Nährstoffen und Aminosäuren von thermisch behandeltem Hafer bei frühabgesetzten Ferkeln). G. Dusel\*, S. K. Baidoo und H. Jeroch – Winnipeg/Minneapolis/Halle (Saale)

The mechanical dehulling of oats produces a highly nutritious oat groat with high metabolizable energy, protein and amino acids (WEBSTER, 1986). This processed feedstuff is used in diets of early-weaned pigs. However, one problem with dehulled oats is the high concentration of  $\beta$ -glucans. Thermal processing has been shown to be an effective method for destroying  $\beta$ -glucans (JOHANSEN, 1997). Therefore, the goal of this study was to determine the effects of thermal processing of oats on precaecal and faecal digestibilities of nutrients and the anti-nutritive factor,  $\beta$ -glucan. Twelve 16-d old weaned Cotswold piglets with initial body weight 5.2 kg were surgically fitted with a post-valvular T-caecum (PVTC) cannula. The six different oat treatments (groots, rolled, micronized and extruded at 3 different temperature) were included in the diets at 74.7% plus 20% canola meal as well as 5% premix. Chromic oxide was added at 0.3% as an indigestible marker. After a 10-day surgery recovery period, the pigs were offered the dietary treatments during three experimental periods. Each experimental period lasted 9 days. After a 5-day adaptation period to the experimental diets, feces were collected for 24 h on days 6 and 7. Ileal digesta were collected on days 8 and 9. Immediately after collection of ileal digesta viscosity was determined on the "fresh" digesta samples.

Apparent ileal digestibilities of dry matter and energy were not significantly ( $p>0.05$ ) different between different oat treatments. However, ileal digestibilities of protein and amino acids (lysine, threonine and arginine) were influenced ( $P<0.05$ ) by processing of oats. The digestibilities of protein and amino acids were affected ( $P<0.05$ ) by the extrusion process. Oat rolled had the lowest nutrient digestibility compared to the other processed oats. The low digestibility of nutrients in rolled oats could be due to the higher ( $P<0.05$ ) digesta viscosity in the small intestine of pigs fed the rolled oats. Precaecal digestibility and viscosity of processed oats in early-weaned pigs are presented in the following table.

Treatments	Pre-Caecal Digestibility (%)					Viscosity (cP)	
	DM	BE	CP	LYS	M/C	THR	Extr.
Oat groats	74.9	76.1	72.3 <sup>ab</sup>	73.4 <sup>ab</sup>	76.3	68.3 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>b</sup>
Oat rolled	73.8	74.7	71.7 <sup>ab</sup>	71.8 <sup>ab</sup>	76.5	64.4 <sup>a</sup>	9.7 <sup>c</sup>
Oat micr.	73.1	76.3	72.2 <sup>ab</sup>	70.3 <sup>ab</sup>	76.5	66.0 <sup>ab</sup>	7.2 <sup>b</sup>
Oat extr. 130°C	72.9	74.6	70.5 <sup>a</sup>	68.4 <sup>a</sup>	76.1	65.4 <sup>ab</sup>	1.8 <sup>a</sup>
Oat extr. 140°C	73.9	76.2	74.1 <sup>ab</sup>	72.2 <sup>ab</sup>	78.7	68.9 <sup>ab</sup>	2.4 <sup>a</sup>
Oat extr. 150°C	74.3	76.2	76.3 <sup>b</sup>	75.5 <sup>b</sup>	82.4	72.3 <sup>b</sup>	5.5 <sup>b</sup>
							1.7 <sup>a</sup>

a,b,c - different superscripts indicate significant differences (Duncan-test,  $p<0.05$ )

JOHANSEN, H., BACH KNUDSEN, P. WOOD, R. FULCHER, 1997: J. Sci Food Agric., 73, 81-92  
 WEBSTER, F.H., 1986: Oats Chemistry and Technology, Association Cereal Chem, St.Paul.

\* University of Manitoba, Department Animal Science, Winnipeg R3T 2N2, Manitoba, Canada

04. Einfluß unterschiedlicher Rohfasergehalte im Alleinfutter auf die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz bei verschiedenen Ziervogelarten im Vergleich zu Hühnern (Effects of different crude fibre contents in pelleted complete diets on the digestibility in some pet bird species compared to hens). Petra Wolf\*, M. Frömling und J. Kamphues – Hannover

Neben dem traditionellen Angebot von Sämereienmischungen gewinnen in den letzten Jahren pelletierte/extrudierte Alleinfutter in der Zervogelfütterung an Bedeutung. Die Vermeidung einer elektiven Futteraufnahme sowie die Möglichkeit einer gezielten Variation von Energiedichte und Nährstoffgehalten sind entscheidende Vorteile dieses in der Zervogelfütterung neuen Konzepts. Durch unterschiedliche Anteile faserreicher oder faserärmerer Komponenten kann so die Energiedichte gezielt verändert werden (Adipositasprophylaxe, Beschäftigung mit der Futteraufnahme), ohne dass bisher bekannt ist, in welchem Umfang die Verdaulichkeit des Futters (insbesondere der organischen Substanz) hierdurch bei den verschiedenen Spezies beeinflusst wird.

bei den verschiedenen Spezies unterschiedlich. Wurde daher eine Aussage zum Einfluss der Rohfaser auf die Verdaulichkeit der Ziel der Untersuchungen war daher eine Aussage zum Einfluss der Rohfaser auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz in Abhangigkeit von der Spezies und der Rohfaserquelle.

für die Untersuchungen standen Kanarien ([KA]; n=16; Ø KM 20 g), Wellensittiche ([WS]; n=10; Ø KM 40 g), Agaporniden ([AG]; n=8; Ø KM 48 g), Nymphensittiche ([NS]; n=6; Ø KM 80 g), Amazonen ([AM]; n=6; Ø KM 420 g) und Hühner ([HU]; n=7; Ø KM 1750 g) zur Verfügung. Zur Überprüfung möglicher Effekte varierender Rohfasergehalte bzw. -quellen wurden Mischfutter mit unterschiedlichen RFA-Gehalten (1/5/10%) produziert (Variation durch differierende Anteile von geschälter Hirse, Haferkernen bzw. Hirse- und Haferpelzen sowie Trockenschnitzeln). Diese Futter (je kg uS: 140 g Rp, 100 g Rfe, 14,0 MJ ME) wurden grundsätzlich ad libitum angeboten, sodass in den verschiedenen Versuchsabschnitten auch unterschiedliche Futtermengen aufgenommen wurden. Die Analysen der Futtermittel sowie der Exkreme (Bestimmung der sV; mit Harnsäurekorrektur) erfolgten mittels üblicher futtermittelanalytischer Verfahren.

Tab.: Einfluss unterschiedlicher Rohfasergehalte und -quellen auf die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz (in %;  $\bar{x} \pm \text{SEM}$ ) bei verschiedenen Ziervogelarten im Vergleich zum Huhn

Substanz (in %, $\bar{x} \pm SEM$ ) bei verschiedenen Rfa-Gehalt/Quelle	KA	WS	AG	NS	AM	HU
1%, ohne Hirse-/Haferspelzen	83,5 <sup>Aa</sup>	81,7 <sup>ACa</sup>	88,8 <sup>Ab</sup>	87,0 <sup>Abc</sup>	84,5 <sup>Ac</sup>	83,7 <sup>Aac</sup>
	$\pm 2,39$	$\pm 1,88$	$\pm 0,82$	$\pm 1,20$	$\pm 1,95$	$\pm 3,09$
5%, mit Hirespelzen	82,1 <sup>Aa</sup>	82,7 <sup>Aa</sup>	86,7 <sup>Bb</sup>	84,5 <sup>Aab</sup>	81,4 <sup>Ba</sup>	82,0 <sup>Aab</sup>
	$\pm 1,39$	$\pm 0,96$	$\pm 1,21$	$\pm 2,88$	$\pm 1,91$	$\pm 3,95$
10%, mit Hirse-/Haferspelzen	75,4 <sup>Ba</sup>	76,1 <sup>Bab</sup>	78,2 <sup>Cb</sup>	75,8 <sup>Bab</sup>	67,8 <sup>Cc</sup>	69,7 <sup>Bc</sup>
	$\pm 1,79$	$\pm 1,61$	$\pm 2,12$	$\pm 0,39$	$\pm 2,47$	$\pm 1,07$
5%, mit Trockenschnitzeln	75,4 <sup>Ba</sup>	78,6 <sup>BCab</sup>	81,7 <sup>Db</sup>	76,5 <sup>Ca</sup>	69,6 <sup>Cc</sup>	72,3 <sup>Bc</sup>
	$\pm 2,90$	$\pm 3,39$	$\pm 2,36$	$\pm 0,13$	$\pm 2,13$	$\pm 4,38$

Unterschiedliche Großbuchstaben belegen eine Signifikanz ( $p < 0,05$ ) des Rfa-, Kleinbuchstaben eines Spezieseinflusses

Erwartungsgemäß ging die Verdaulichkeit der organischen Substanz bei steigender Aufnahme an Rohfaser zurück. Dennoch wurde selbst bei Einsatz des Mischfutters mit 10% Rfa eine Körpermassekonstanz erreicht. Stammte die Rohfaser im wesentlichen aus Trockenschnitzeln, so war hier bei einem Rfa-Gehalt von 5% die Verdaulichkeit der organischen Substanz ähnlich stark reduziert wie bei einem Rfa-Gehalt von 10% bei Verwendung von Hafer-/Hirsespelzen. Darüber hinaus zeigten sich artspezifische Unterschiede. So reagierten Hühner und Amazonen im Vergleich zu den anderen Spezies am stärksten auf steigende Rfa-Gehalte aus schalen-/spelzenreichen Komponenten. Stammte die Rohfaser aus Trockenschnitzeln, war die Reduktion der Verdaulichkeit ebenfalls bei Amazonen und Hühnern am ausgeprägtesten, während dieser Effekt bei Wellensittichen und Agaporniden weniger stark war. Die nach Spezies und Rohfaserart unterschiedlichen Reaktionen in der Verdaulichkeit sollten – je nach Zielsetzung diätetischer Maßnahmen – in der Rezepturgestaltung genutzt werden.

\* Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

**105. Changes in rumen metabolism and epithelium in heifers during pasture (Änderungen im Metabolismus des Pansens und im Epithel von Färsen während des Weideganges) R. Žitňan\*, A. Sommer und Z. Čereňáková – Košice/Nitra**

Grazing promotes the development of a massive and efficient digestive tract in ruminants, which, thanks to the specific microbial activity of the rumen, is able to process and utilize nutrients from a considerable part of the bulk feed (1). This work focusses on the changes of rumen fermentation and rumen epithelium in cannulated heifers in the period of transition from the winter feeding ration to pasture and in the subsequent grazing cycles.

In this experiment 6 blackspotted cannulated heifers aged 6 months with a mean body weight of 220 kg were included. Prior to turn-out to pasture, the winter feeding ration consisted of 6 kg maize silage, 4 kg green rye cuttings, 1 kg pasture hay and 1 kg barley straw. After the animals had been turned out to pasture, the basic part of their ration consisted of grass crops. In the first week of pasture, they were given additional 2 kg of maize silage and during the first month, 1 kg of grass hay per animal and day. Samples of the rumen contents and rumen epithelium of the animals were obtained via the cannula. The first sampling was carried out one week prior to driving the animals to pasture. Once they were grazing, rumen contents was obtained at weekly intervals and rumen epithelium in the individual cycles of grazing (May - September).

After turn-out to pasture, total VFA concentrations in the rumen contents of heifers significantly decreased from 107.7 to 88.7 mmol.l<sup>-1</sup> ( $p<0.01$ ). After subsequent increase the total VFA concentrations reached their highest value (117.0 mmol.l<sup>-1</sup>) in the 8th week of grazing. The proportion of the molar acetic acid concentration in the rumen content increased insignificantly and that of propionic acid decreased insignificantly. In the molar proportion of butyric acid no significant differences could be stated. In the subsequent weeks the molar proportions of acetic acid were rather balanced and ranged within 66.2 and 68.0 mol %, the molar proportion of propionic acid increased insignificantly in the 4th week (18.7 mol %). Molar proportions of butyric acid on pasture increased insignificantly in week 3 (15.2 mol %) and appeared as balanced later acquiring values between 14.0 and 14.8 mol %. The energetic yield of VFA production in the rumen of heifers decreased insignificantly from 73.6 to 72.15, the acetate: propionate ratio revealed an insignificant increase from 3.66 to 4.18. The enzyme activity of cellulase decreased significantly from 17.8 to 16.6  $\mu\text{g.ml}^{-1}$  ( $p<0.01$ ), in the subsequent weeks, however, a significant increase could be observed. The enzyme activity of alpha-amylase decreased significantly ( $p<0.05$ ).

Scanning electron microscopy revealed the surface of the rumen papillae during the winter feeding to be smooth, cocci presenting the dominant morphotype of adhering rumen microflora. In the first phase after turning out to pasture (day 30) roughened sites on the sides and base of the papillae as well as an increase in the free surface of the epithelial cells could be observed. The numbers of adhering bacteria were increased and none of the morphotypes prevailed. In the second grazing cycle (day 90) circular depressions became visible on the larger epithelial cells which were colonized by high numbers of adherent rumen bacteria.

The transition from winter feeding to grazing had an adverse affect upon rumen fermentation which required a certain adaptation phase in order to normalize. In our experiment this adaptation phase took 3 weeks.

(1) McCOLLUM, F.T., GALYEAN, M.L., KRYSL, L.J., WALLACE, J.D., (1985): *J. Range Mgmt.* 38, 539-543

\* Research Institute of Animal Production Nitra, Division Košice, Krmanova 1, SK-040 01 Košice, Slovak Republic

**106. Einfluss des Reifestadiums auf die in situ-Abbaubarkeit von Maiskörnern verschiedener Sorten im Pansen von Milchkühen (Influence of maturity stage on the in situ degradability of various hybrids of maize grain in the rumen of dairy cows).** I. Hric\*, Britta Kallus, P. Lebzien und F. Schwarz - Braunschweig/Weihenstephan/Nitra

In der Milchviehnährung finden neben Gehalt und Verdaulichkeit der Kohlenhydratfraktionen der Ration zunehmend auch der Anteil und die Menge, die im Pansen abgebaut werden bzw. am Dünndarm verfügbar sind, Beachtung. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es deshalb, die in situ-Abbaubarkeit von Maiskörnern von verschiedenen Sorten, die in jeweils vier Reifestadien geerntet worden waren, zu bestimmen. Die Sorten A, B, C, D waren jeweils am 01.09., 14.09., 29.09. und 19.10.98 geerntet worden.

Die Maiskörner wurden gefriergetrocknet, anschließend über ein 3 mm Sieb vermahlen und 4 g jeder Variante für 2, 4, 8, 12, 16, 24 und 48 h im Pansen inkubiert. Für die Inkubation standen 2 Kühe der Rasse Deutsche Schwarzbunte mit einer mittleren Lebendmasse von ca. 640 kg und permanenten Pansenfisteln zur Verfügung. Die Tiere erhielten 5,6 kg Maissilage-T pro Tag. Nach der Inkubation wurden die Nylonbeutel in einer Waschmaschine gewaschen, anschließend für 48 h bei 60 °C getrocknet und zurückgewogen. Danach erfolgte die T- und Asche-Bestimmung im Rückstand. Die effektiven Abbaubarkeiten der organischen Substanz (%) , die nach ØRSKOV und McDONALD (1979) ermittelt wurden, sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

	A	B	C	D
01.09.98 k = 0,04	89,2	91,9	93,5	93,1
k = 0,08	83,8	88,1	90,5	89,7
14.09.98 k = 0,04	80,5	86,9	87,3	89,7
k = 0,08	72,2	81,0	81,1	84,0
29.09.98 k = 0,04	76,2	84,4	83,1	83,0
k = 0,08	66,2	77,2	75,2	75,5
19.10.98 k = 0,04	73,6	80,2	80,8	79,8
k = 0,08	62,6	71,2	72,0	71,1

Aus vorliegenden Angaben ist ersichtlich, dass in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von PHILIPPEAU und MICHALET - DOREAU (1997) der Abbau sowohl durch die Sorte als auch durch das Reifestadium beeinflusst wurde. Die organische Substanz der Körner der Sorte A wurde unabhängig vom Reifestadium wesentlich langsamer abgebaut als die der anderen drei Sorten. Insgesamt waren die effektiven Abbaubarkeiten wesentlich stärker vom Erntezeitpunkt als von der Sorte abhängig. Die Auswaschverluste verringerten sich mit zunehmendem Reifestadium von 63,4; 73,3; 77,4; bzw. 76,4% auf 35,2; 47,4; 48,1 bzw. 42,9% bei den Sorten A, B, C bzw. D. Dies entspricht den Ergebnissen von SCHNEIDER et al. (1994). Mit zunehmendem Reifestadium stieg gleichzeitig auch der Anteil der langsam abbaubaren Fraktion an und sank der Anteil der schnell abbaubaren Fraktion ab.

ØRSKOV, E. R., McDONALD, J., (1979): J. Agric. Sci., Camb., 92, 499 - 503  
 PHILIPPEAU, C., MICHALET - DOREAU, B., (1997): Anim. Feed Sci. Tech., 68, 25 - 35  
 SCHNEIDER, A., WIRTH, R., RICHTER, G. H., FLACHOWSKY, G., (1994): Kongressband, VDLUFA - Schriftenreihe 38, 809 - 812

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

**107. The effect of groundnut hay, cowpea hay, cottonseed meal and maize meal supplementation to maize stover on intake, digestibility and microbial protein supply in weaner lambs** (Der Einfluß eines Zusatzes von Erdnuß- bzw. Kuherbsenheu, Baumwollsaa oder Maismehl als Ergänzung zu Maisstroh auf die Futteraufnahme, Verdaulichkeit und mikrobielle Proteinsynthese in säugenden Lämmern). S. Chakeredza\*, U. ter Meulen and L. R. Ndlovu - Göttingen

Cereal crop residues form a major component of the feed resource for ruminant livestock in tropical and sub-tropical regions. However, these residues are characterised by low digestibility due to high fibre, low nitrogen and soluble sugars and starches (LENG, 1990). They therefore require supplementation with protein and energy sources. This experiment was conducted to determine the effect of supplementing maize stover (MS) with either groundnut hay (GN), cowpea hay (CW), cottonseed meal (CSM) or maize meal (MM) on intake, digestibility and microbial protein supply in weaner lambs.

Ten Mutton Merino wether lambs, confined in individual metabolism cages were used in a double 5x5 Latin Square design study. Each period lasted for 21 days with 14 days adaptation and seven days for data collection. Feed intake, digestibility and microbial protein supply to the intestines according to CHEN and GOMES (1992) were measured. Data were analysed in SAS using the GLM procedure. The least squares means of data obtained are presented in the following Table:

Parameter	Diet					SEM
	MS alone	MS + CW	MS + GN	MS + CSM	MS + MM	
Total dry matter intake (TDMI; g d <sup>-1</sup> ) and digestibility (DMD; %)						
TDMI	576.19	679.43	620.42	713.50	699.82	17.981
TDMI kg <sup>-0.75</sup>	48.15	57.85	52.16	60.32	59.12	1.574
DMD	52.28	55.14	54.71	54.15	53.59	2.697
Microbial nitrogen (MN) supply						
MN g d <sup>-1</sup>	7.85	9.63	8.27	9.23	11.61	0.914
DOMI kg d <sup>-1</sup>	0.3005	0.3610	0.3284	0.3759	0.3855	0.018
g kg <sup>-1</sup> OMDAR	41.92	41.59	36.92	39.09	52.58	5.089

CW and GN were offered at 30 % (w/w) to MS while CSM and MM were given at 15 g kg<sup>-0.75</sup> d<sup>-1</sup>; SEM = standard error of means; DOMI = digestible organic matter intake; OMDAR = organic matter apparently digested in the rumen taken as 0.65 of DOMI (AFRC, 1993).

Supplementation significantly (p<0.0001) enhanced total dry matter intake in g d<sup>-1</sup> and g kg<sup>-0.75</sup> d<sup>-1</sup>. However, digestibility of dry matter was not affected (p>0.05). Microbial nitrogen supply was also significantly (p<0.05) improved by supplementation but efficiency of microbial protein synthesis was not improved (p>0.05). The response to supplementation in this study might have been associated in part to an increase in digesta passage rate and a better balance of protein to energy in the end-products of digestion.

AFRC, (1993): An advisory Manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients, CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK  
 CHEN, X.B., GOMES, M.J., (1992): International Feed Resources Unit, Rowett Research Institute, Occasional Publication, 1992  
 LENG, R.A., (1990): Nutr. Res. Rev. 3, 277-303

\* Institute of Animal Physiology and Animal Nutrition, Georg-August University, Kellnerweg 6, D-37077 Göttingen, Germany

**108. In-sacco-Untersuchungen zum Einfluss futterspezifischer Faktoren auf die Dynamik ruminaler Abbauprozesse von Protein und Kohlenhydratfraktionen – Erste Ergebnisse**  
*(In sacco studies on influence of feed specific factors on dynamic of ruminal protein and carbohydrate degradation – first results).* Th. Schmidt\*, Meike Rothländer, M. Gabel, J. Voigt und K. Krawielitzki – Rostock/Dummerstorff\*\*

Die Synchronisation des Rohprotein- und Kohlenhydratabaus kann nach BLANK et al. (1998) zur Steigerung der Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen führen. Voraussetzung zur Optimierung beider Abbauprozesse ist die Kenntnis des zeitlichen Verlaufs und der Menge des intraruminalen Rohprotein- und Kohlenhydratabaus. Bisher liegen dazu jedoch nur lückenhafte und teilweise stark varierende Untersuchungsergebnisse vor.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes ist deshalb die Bestimmung der Dynamik der scheinbaren und wahren ruminalen Verschwindensraten von Rohprotein und Kohlenhydratfraktionen verschiedener Futtermittel vorgesehen. Mittels der Nylon-Beutel-Technik an 3 pansenfistulierten Ochsen (LM 600-700 kg) erfolgt in Anlehnung an die standardisierte Methode (MADSEN und HVELPLUND, 1994) die Untersuchung von Futtermitteln und -mischungen, die große Variationsbreiten im Gehalt an Rohprotein, Zucker, Stärke und Gerüstkohlenhydraten aufweisen. Erste Ergebnisse zu scheinbaren und wahren Abbauraten des Rohproteins und zu scheinbaren Hemizellulose- und Zellulose-Abbauraten von Konzentraten liegen bereits vor und sind in der Tabelle dargestellt. Zur Ermittlung der wahren Rohprotein-Abbauraten wurde mittels  $^{15}\text{N}$ -Markierung des Panseninhalts die Mikrobenkontamination der Futterreste nach Inkubierung bestimmt. Die Kalkulation des ruminalen Abbaus als Funktion der Zeit [ $P\% = f(t)$ ] sowie der effektiven Abbaurate (ED) bei vorgegebener Ausflußrate aus dem Pansen erfolgte nach ØRSKOV und McDONALD (1979).

Effektive scheinbare und wahre Rohprotein sowie scheinbare Hemizellulose- und Zellulose-Abbauraten (%) bei einer Passagerate von 8 %/h <sup>-1</sup>				
Futtermittel	Rohprotein-Abbaurate		scheinbare Abbauraten <sup>1)</sup>	
	scheinbare	wahre	Hemizellulose	Zellulose
Hafer	89	92	30	11
Wintergerste	79	82	49	18
Winterweizen	79	82	51	30
Triticale	85	87	-	-
Erbse	76	78	-	-
Sojaextraktionsschrot	62	64	-	45

<sup>1)</sup> vorläufige Ergebnisse

- Die effektiven scheinbaren Rohprotein-Abbauraten bei einer Passagerate von 8 %/h<sup>-1</sup> im Bereich von 62 % für Sojaextraktionsschrot bis 89 % für Hafer sind mit bereits von anderen Autoren veröffentlichten Angaben vergleichbar.
- Hemizellulose von Wintergerste und Winterweizen wird scheinbar in ungefähr der gleichen Größenordnung, dagegen Zellulose von Winterweizen in deutlich höherem Umfang abgebaut.
- Die scheinbare Zellulose-Abbaurate von Sojaextraktionsschrot ist im Vergleich zum Winterweizen um 15 % erhöht.

BLANK, R., SÜDEKUM, K.-H., IMMIG, I., KLEINMANS, J., (1998): Übers. Tierern. 26, 157-188  
 MADSEN, J., HVELPLUND, T., (1994): Livestock Prod. Sci. 39, 201-212  
 ØRSKOV, E. R., McDONALD, I., (1979): J. Agric. Sci. 92, 499-503

\*\* Die Arbeit wird von der DFG gefördert.

\* Fachbereich Agrarökologie, Institut für umweltgerechte Tierhaltung, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 8, D-18059 Rostock

**109. Einfluss pektinreicher Futtermittel auf Merkmale der Pansenfermentation in der Pansen-simulationstechnik RUSITEC** (Effect of pectin-rich feedstuffs on ruminal fermentation in the rumen simulation technique RUSITEC). Christine Chudaske\*, Erika Most und E. Weigand – Gießen

Pektinstoffe können einen erheblichen Umfang der Kohlenhydratfraktion von Halmfutter und Kraftfutterkomponenten in Wiederkäuerationen darstellen. Im Pansen werden Pektinstoffe zu flüchtigen Fettsäuren (FFS) und Gasen ( $\text{CO}_2$  und Methan) abgebaut. Methanol, das durch Pektinesterasen aus pektinständigen Methoxygruppen freigesetzt werden kann, erhöht das methanogene Potential von Futtermitteln.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Einfluss von pektinreichen Futtermitteln auf die FFS- und Methanbildung zu untersuchen. Dazu wurden in einem aus fünf Fermentern bestehenden RUSITEC-System folgende Rationen verglichen: **B100** (14 g Heu + 2 g Sojaextraktionsschrot); **B60** (60 % von B100); **TS** (B60 + 6,4 g Trockenschnitzel); **ZT** (B60 + 6,4 g Zitrusrestreter); **P** (B60 + 1,8 g hochverestertes Pektin). Die Methanolzufuhr über diese Futterrationen betrug 2,60, 1,59, 5,40, 4,46 und 5,60 mmol/d.

In drei Versuchsläufen folgte einer fünftägigen Adaptationsphase eine sechstägige Versuchsphase, in der die Gasbildung und Produktion der FFS bestimmt wurde.

Tabelle: Mittlere tägliche Produktion von  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  und flüchtigen Fettsäuren (in mmol/d)

Ration	B100	B60	TS	ZT	P	$s_p$
$\text{CH}_4$ <sup>1)</sup>	11,14 <sup>b</sup>	6,85 <sup>a</sup>	16,10 <sup>c</sup>	13,99 <sup>c</sup>	9,73 <sup>b</sup>	0,840
$\text{CO}_2$	71,79 <sup>ab</sup>	57,55 <sup>a</sup>	93,63 <sup>c</sup>	87,51 <sup>b</sup>	67,94 <sup>a</sup>	3,280
Gesamt-FFS	64,09 <sup>bc</sup>	40,68 <sup>a</sup>	80,11 <sup>c</sup>	73,69 <sup>c</sup>	49,74 <sup>ab</sup>	4,426
Essigsäure ( $\text{C}_2$ )	39,94 <sup>bc</sup>	26,02 <sup>a</sup>	51,38 <sup>b</sup>	44,08 <sup>bc</sup>	33,17 <sup>ab</sup>	3,125
Propionsäure ( $\text{C}_3$ )	13,10 <sup>ab</sup>	8,04 <sup>a</sup>	16,81 <sup>b</sup>	14,91 <sup>ab</sup>	9,95 <sup>ab</sup>	0,947
n-Buttersäure ( $\text{nC}_4$ )	7,11 <sup>b</sup>	4,14 <sup>a</sup>	7,71 <sup>b</sup>	11,04 <sup>c</sup>	4,27 <sup>a</sup>	0,420

<sup>abc</sup> unterschiedliche Hochbuchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$  Tukey-HSD); <sup>1)</sup>  $p < 0,05$  Dunnett T3);  $s_p$  = gepoolte Streuung (Wurzel aus mittlerer Restvarianz)

Die Zulagen von TS, ZT und Pektin sowie die höhere Futtermenge bei B100 hatten im Vergleich zu B60 eine deutliche Zunahme der  $\text{CH}_4$ -Menge zur Folge. Bezogen auf die Zulage war der Anstieg der täglichen Methanproduktion für TS und P (1,45 bzw. 1,60 mmol/g Zulage) am höchsten. Dies dürfte auf einer zusätzlichen Methanbildung aus pektinständigen Methoxygruppen beruhen. Die signifikant höhere  $\text{CO}_2$ -Produktion bei TS und ZT spiegelt die leichte Fermentierbarkeit der zugelegten Kohlenhydrate wider. Dementsprechend zeigen die TS- und ZT-Zulagen den höchsten Anstieg der Gesamt-FFS im Vergleich zu B60, wobei die TS vor allem die  $\text{C}_2$ - und  $\text{C}_3$ -Bildung und die ZT die  $\text{nC}_4$ -Bildung am deutlichsten stimulierten. Auch die Pektinzugabe hatte in der Tendenz eine gesteigerte FFS-Bildung, vor allem der Essigsäure, zur Folge.

Die intensive Fermentierbarkeit der pektinreichen Futtermittel zeigte sich in einer Stimulierung der Gas- und der FFS-Produktion. Die gesteigerte  $\text{CH}_4$ -Menge beruht dabei zum Teil auf der Methanogenese aus Methanol, das aus dem Futter freigesetzt wurde. Bei den Fettsäuren wurde die Essig- und Propionsäureproduktion, bei Zulage von Zitrusrestreter auch die n-Buttersäurebildung gefördert.

\* Institut für Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Julius-Maximilians-Universität Gießen, Senckenbergstr. 5, D-35390 Gießen

**110. Tannins from *Acacia angustissima* inhibit the production of gas and SCFA, but not the degradation of BSA during *in vitro* incubation with rumen fluid** (Tannine aus *Acacia angustissima* hemmen die Gas- und Fettsäureproduktion, nicht aber den Abbau von BSA während einer *in vitro* Inkubation mit Pansensaft). E. M. Hoffmann\*, S. Muetzel and K. Becker – Stuttgart-Hohenheim

Tannins are an important group of antinutritive compounds found in many feed plants. Both negative and positive effects on animal nutrition have been described. A well known property of tannins is the complex formation with proteins, which can be prevented by the addition of polyethylene glycol (PEG). Complexation of tannins is believed to protect feed proteins from ruminal degradation and thereby improve the direct protein supply in ruminants (Tanner et al. 1994). Evidence for this hypothesis has come from tannin-protein precipitation assays and increased gas, short chain fatty acid (SCFA) production and higher protein degradability during *in vitro* fermentation in the presence of PEG.

In this work an approach was chosen to directly demonstrate the protein sparing effect in the *in vitro* incubation system known as Hohenheim gas test (Menke et al. 1979). Rumen fluid was taken from a fistulated Hinterwälde cow. Leaves of *Acacia angustissima*, a substrate rich in tannins, were incubated with supplementary protein (BSA), with and without the addition of PEG. Samples were taken at 6 times during 24 h to follow the loss of BSA during fermentation using the protein quantification method of Guttenberger et al. (1991). To detect putative BSA-tannin complexes, both soluble and insoluble components of the samples were analysed further by polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). The tannins extracted from *Acacia angustissima* were able to precipitate BSA in the radiolabelling assay of Hagermann et al. (1998).

In accordance with previous reports the production of gas and SCFA during *in vitro* incubation were increased in the presence of PEG, while molar proportion of SCFA was not affected. The degradation kinetics of BSA, however, were absolutely identical in the presence and in the absence of PEG. BSA was not detectable in the insoluble fraction at any time of incubation, which excludes even the transient formation of precipitable tannin-BSA complexes under the conditions prevailing in the Hohenheim gas test. BSA is not of practical significance in ruminant nutrition, but was chosen for this experiment as an easily soluble standard protein which is routinely used to assay the biological activity of tannins. Apparently the theory that proteins are protected from ruminal degradation by complexation with tannins does not apply to BSA. As temperature, pH, and buffering capacity in this *in vitro* system are very close to natural rumen conditions, it will be interesting to analyze relevant feed proteins with the same methodology.

The inhibitory effect of tannins on carbohydrate fermentation as shown by the lower SCFA production was accompanied by a decrease in xylanase and cellulase activity, while CMCase activity was not affected. This results support the findings of Bae et al. (1993) that tannins are detrimental to cellulolytic organisms by inhibiting cell wall degrading enzymes.

- BAE, H.D., McALLISTER, T.A., YANKE, J., CHENG, K.J., MUIR, A.D., (1993): Appl. Environ. Microbiol. 59, 2132-2138  
 GUTTENBERGER, M., NEUHOFF, V., HAMPP, R., (1991): Anal. Biochem. 196, 99-103  
 HAGERMAN, A.E., RICE, M.E., RITCHARD, N.T., (1998): J. Agric. Food Chem. (1998):46, 2590-2595  
 MENKE, K.H., RAAB, L., SALEWSKI, A., STEINGASS, H., FRITZ, D., SCHNEIDER, W., (1979): J. Agric. Sci. 93, 217-222  
 TANNER, G.J., MOORE, A.E., LARKIN, P.J., (1994): Br. J. Nutr. 74, 947-958

\* Institut für Tierproduktion in den Tropen und Subtropen, Fachgebiet Tierernährung und Aquakultur  
 Universität Hohenheim (480), D-70593 Stuttgart

**111. Intestinale Effekte mikrobiell fermentierbarer Kohlenhydrate (Laktulose, Laktose, Mannose- und Transgalaktooligosaccharide) bei Hunden** (Intestinal effects of microbially fermentable carbohydrates [lactulose, lactose, mannose- and transgalactooligosaccharides] in dogs). J. Zentek, Bettina Marquart und Tanja Pietrzak – Hannover\*

In der vorliegenden Arbeit wurden Laktulose, Laktose, Mannose- sowie Transgalaktooligosaccharide, die aufgrund ihrer möglichen „präbiotischen“ Eigenschaften aus diätetischer Sicht von Interesse sind, bei Hunden verglichen. Ein Vorversuch diente zunächst der Ermittlung einer verträglichen Dosierung am Beispiel von Laktulose. Aufgrund der durchfallähnlichen Kotkonsistenz bei Gabe von 2 g Laktulose/kg KM/Tag, die von einer deutlichen Reduktion des fäkalen pH-Werts von 6,9-7,0 auf 5,4-5,7 begleitet war, erfolgte im Hauptversuch mit 4 adulten Hunden (9-15 kg KM) eine Limitierung der Kohlenhydratgabe auf 1 g/kg KM/Tag. Das Basisfutter bestand aus 35 % Griebenmehl, 5 % Fischmehl, 35 % Reis (mikronisiert), 20 % Sojaöl, 3 % Futterzellulose und 2 % vitaminisiertem Mineralfutter (Futtermenge bei einmal täglicher Zuteilung: 15-16 g TS/kg KM). Die Rohnährstoffgehalte (% der TS) betragen für Ra: 4, Rp: 36,6, Rfe: 24,4 und Rfa: 5,0 (TS: 94,5 %). Der Versuch war während der Kohlenhydratzufütterung als 4x4 Lateinisches Quadrat angelegt (mind. 7 Tage Adaptation), zu Beginn und als Abschluss wurde das Basisfutter jeweils ohne Zusatz verabreicht. Untersucht wurden die Verträglichkeit (Fäzes: Konsistenz, TS-Gehalt, freies [abzentrifugierbares] Wasser, pH-Wert), die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe sowie einige Parameter des mikrobiellen Stoffwechsels im Darmkanal (NH<sub>3</sub>-Gehalt und flüchtige Fettsäuren in den Fäzes, Indikan im Harn). In einer ergänzenden *in vitro*-Untersuchung wurden Fäzes mit steriler Kochsalzlösung verdünnt und für 24 Stunden bei 37°C anaerob inkubiert (n=3/Tier und Versuchsabschnitt). Erfasst wurden der pH-Wert, Ammoniak, flüchtige Fettsäuren sowie Wasserstoff, Schwefelwasserstoff und Methylmercaptan.

Bei Gabe des Basisfutters und auch nach Zulage der verschiedenen Kohlenhydrate blieb die Konsistenz der Fäzes geformt, allerdings war durch die Mannoseoligosaccharide ein signifikanter Rückgang der fäkalen TS-Gehalte (31,6±1,0 %) gegenüber der einleitenden bzw. abschließenden Basisfutterperiode (35,7±1,4 bzw. 36,8±1,4 %) sowie ein verminderter Anteil an freiem Wasser (5,5 %) im Vergleich zu den übrigen Versuchsabschnitten (11,5-17,5 %) festzustellen. Die pH-Werte der Fäzes variierten in den Zulagephasen zwischen 6,6 (Mannoseoligosaccharide) und 7,0 (Laktose), die Differenz zum Basisfutter (6,9-7,1) war nur für die Mannoseoligosaccharide abzusichern. Während der Gabe der Mannoseoligosaccharide war die scheinbare Verdaulichkeit von organischer Substanz, Rohprotein und N-freien Extraktstoffen im Vergleich zu den übrigen Fütterungsperioden überwiegend signifikant vermindert. Die NH<sub>3</sub>-Konzentration der Fäzes (78-119 µmol/g) ging bei Verabreichung der Mannoseoligosaccharide – allerdings nur teils abgesichert – zurück. Die Konzentration der flüchtigen Fettsäuren in den Fäzes wurde durch die Kohlenhydrate nicht deutlich beeinflusst, die renale Indikanausscheidung (2,6-4,0 mg/kg KM/Tag) reduzierte sich nach Laktulosezulage tendenziell. Die *in vitro*-Inkubation zeigte nach 24 Stunden weitgehend konstante pH-Werte in den Fermentationsmedien (6,4-6,8 > 6,5-6,9) bei Zunahme des NH<sub>3</sub>-Gehaltes sowie der flüchtigen Fettsäuren, besonders in den Perioden der Kohlenhydratzufütterung. Eine höhere Gasbildung bei Kohlenhydratgabe wurde von Verschiebungen im Spektrum (geringere H<sub>2</sub>-Gehalte, zunehmende Merkaptanbildung) gegenüber der ersten Basisfutterperiode begleitet. Für den Einsatz „präbiotischer“ Kohlenhydrate bei Hunden, z.B. aus diätetischen Gründen, sind hinsichtlich ihrer intestinalen Effekte weitere Untersuchungen erforderlich. Nachteilige Auswirkungen auf die Kotkonsistenz setzen für die praktische Anwendung klare Grenzen.

\* Institut für Tierernährung der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

**112. Wirkung von Sojainhaltstoffen auf den osteoporotisch veränderten Knochen der Ratte**  
 (Effects of soy isoflavonoids on the osteoporotic bone in rats). U. Wehr\*, P. Hörmann, F. Eckstein, V. Jung, M. Schlachter, P. Weber, C. Rieger und W. A. Rambeck – München/ Basel

Die Therapie bzw. Prävention der manifesten Osteoporose ist bis heute schwierig und liefert nur unbefriedigende Ergebnisse. Eine in diesem Zusammenhang neu in den Blickpunkt des Interesses gerückte Substanzgruppe sind die Phytoöstrogene, die strukturelle Ähnlichkeiten zu Östradiol aufweisen und ihre östrogenartige Wirkung am Knochen entfalten können. Dabei scheinen sie ihre protektive Wirkung auf den Knochen ohne die negativen Auswirkungen der Östrogene, wie z.B. Erhöhung des Brustkrebsrisikos, ausüben zu können. Da sie Inhaltsstoffe in Nahrungsquellen wie Soja sind, könnte hier eine große Chance liegen, Naturstoffe in der Prävention der Osteoporose einzusetzen. Ziel unserer Untersuchungen war es, die knochenprotektiven Effekte von Soja und der beiden Sojainhaltsstoffe Genistein und Daidzein zu beurteilen.

60 weibliche Fischer 344-Ratten wurden entweder scheinoperiert (SHAM, n=10) oder ovariekтомiert (OVX, n=50). Den ovariekтомierten Tieren (je Grp. n=10) wurde entweder Soja oder unterschiedliche Konzentrationen der Sojainhaltsstoffe Genistein und Daidzein (60 mg Genistein bzw. Daidzein pro kg Körpermasse und Tag; bzw. 30 mg Genistein und 60 mg Daidzein in Kombination pro kg Körpermasse und Tag) über das Futter verabreicht. Nach 4 Wochen wurden als Parameter der Knochenresorption Pyridinolin (PYD in nmol/mmol Crea) im Urin (HPLC) und als Marker der Knochenformation Osteocalcin (Oc in ng/ml) im Serum (ELISA) gemessen. Nach 12 Wochen wurde die Knochendichte (BMD in g/cm<sup>2</sup>) mittels DEXA (Zwei-Strahlen-Photonen-Absorptiometrie) an der rechten Tibia bestimmt.

Ergebnisse:

Versuchsgruppen	PYD in nmol/mmol Crea	Oc in ng/ml	BMD in g/cm <sup>2</sup>
SHAM	361+23*	40+3*	0,142+0,008*
OVX	538+19	65+4	0,131+0,007
Soja	407+36*	53+7	0,134+0,009
Genistein (60 mg/kg KM/d)	455+21*	49+6*	0,138+0,006
Daidzein (60 mg/kg KM/d)	416+34*	44+5*	0,133+0,008
Gen./Daid. (30 + 60 mg/kg KM/d)	453+19*	59+11	0,137+0,003

\*p<0,05 im Vergl. zur Grp. OVX (ohne Therapie)

Durch den Einsatz von Soja bzw. der Sojainhaltsstoffe Genistein und Daidzein wird die gesteigerte Rate der Knochenformation und Knochenresorption nach Ovariekтомie wieder gesenkt. Die Knochendichte konnte im Vergleich zur ovariekтомierten Gruppe ohne Therapie wieder gesteigert werden.

Dies zeigt, dass die Sojainhaltsstoffe Genistein und Daidzein als neue Substanzgruppe in der Osteoporosetherapie bzw. -prävention diskutiert werden müssen, die sowohl einen protektiven Effekt auf den Knochenstoffwechsel aufweisen, als auch den Knochenmasseverlust im osteoporotischen Knochen aufhalten können.

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärstr. 13, D-80539 München

**113. The effect of diets varying in level of curcuma on utilisation by rabbits** (Der Einfluß von unterschiedlichen Curcuma-Anteilen in der Ration auf die Futterverwertung beim Kaninchen). I. Wientarsih\*, U. ter Meulen und T. Ungerer - Göttingen

Curcuma species (*Zingiberaceae* family) has long been used especially by women in Indonesia to guard against becoming too fat (ABDUL and TOGA, 1985). It is believed that curcuma has anti lipid deposition properties (DHARMA, 1980). This study was conducted to evaluate the effect of Curcuma on diet utilisation by rabbits. Forty male New Zealand White rabbits, body weight of 2 to 2.5 kg were used in the trial. They were divided into four groups of 10 animals each and offered the following isoenergetic and isoatherogenic diets with different levels of curcuma inclusion (g/100 g of feed) *ad libitum* : Atherogenic (A), Atherogenic + Low Curcuma (0.2 g) (ALC), Atherogenic + Medium Curcuma (0.3 g) (AMC) and Atherogenic + High Curcuma (0.4 g) (AHC). Fourteen days into the study, samples for the determination of digestibility of proximate constituents were collected. The data obtained are presented in the following Table:

Component	Diet				MSE
	A	ALC	AMC	AHC	
N INTAKE	10	10	10	10	
Feed (g/animal/day)	56.50	57.88	50.05	55.47	237.19
Energy (kJ/animal/day)	12.21x10 <sup>2</sup>	13.36x10 <sup>2</sup>	11.20x10 <sup>2</sup>	12.71x10 <sup>2</sup>	287.11x10 <sup>2</sup>
Protein (g/animal/day)	10.36	10.99	9.164	10.40	8.2019
Fat (g/animal/day)	17.37	18.42	15.42	17.45	23.083
OUTPUT					
Energy (kJ/animal/day)	344.51	410.95	383.51	372.96	554.88
Protein (g/animal/day)	1.861	2.240	2.202	1.938	0.55933
Fat (g/animal/day)	0.7380 <sup>a</sup>	0.7820 <sup>a</sup>	0.9150 <sup>a</sup>	2.860 <sup>b</sup>	0.74689
DIGESTIBILITY					
COEFFICIENT					
Energy	0.7230	0.6970	0.6620	0.7120	0.85539
Protein	0.8200	0.7980	0.7800	0.8190	0.29292
Fat	0.9570 <sup>a</sup>	0.9570 <sup>a</sup>	0.9250 <sup>a</sup>	0.8430 <sup>b</sup>	0.13744

Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

Level of Curcuma in the diets did not influence intake and excretion of energy and protein (P>0.05), whereas the high level of Curcuma (0.4%) in the diet significantly (P<0.01) increased fat excretion. Digestibility of energy and protein were not affected (P>0.05) by level of Curcuma in the diets. However, the high level of Curcuma in the diets (0.4%) significantly (P<0.01) depressed fat digestibility.

It is concluded that Curcuma inclusion in rabbit diets decreases fat digestibility and therefore uptake by animal-factors which are important in fat metabolism at tissue level.

ABDUL, H.G., TOGA, S., (1985): Proc National Symposium on Temulawak, Bandung, Indonesia 17th September 1985 (Edited by M.W. Moelyono), pp. 220 - 224.

DHARMA, A.P., (1980): The Indonesian Traditional Medicinal Plants pp. 291, P.N. Balai Pustaka, Jakarta.

\* Institute of Animal Physiology and Animal Nutrition, Georg-August University, Kellnerweg 6, D-37077 Göttingen

**114. Beziehungen zwischen Phagozytoseintensität sowie hämatologischen und biochemischen Parametern bei trächtigen Schafen unterschiedlicher Fötenzahl sowie Rasse**  
 (Interrelationships between phagocytosis and haematological as well as biochemical parameters in pregnant ewes with different numbers of fetus and race) B. Fürll, K. Haaker und M. Fürll\* - Leipzig .

Problemstellung: Bei ein- und zwillingsträchtigen Merinofleisch- sowie Schwarzkopfschafen wurde in früheren Untersuchungen gegen Ende der Trächtigkeit gehäuft freies Endotoxin im Blut nachgewiesen. Dabei konnten sowohl Beziehungen zum Grad der Stoffwechselbelastung durch unterschiedliche Fötenzahl wie auch eine Rasseabhängigkeit festgestellt werden (Fürll et al. 1998).  
Zielstellung weiterer Untersuchungen war es zu prüfen, ob unter analogen Bedingungen hämatologische Reaktionen oder Veränderungen der Phagozytoseaktivität als potentielle Folge des belasteten Energie-Fett-Stoffwechsels nachweisbar sind.

Versuchsanordnung: Sonographisch wurden jeweils 10 gesunde einlings- (MFS 1) und zwillingsträchtige Merinofleischschafe (MFS 2) sowie 10 zwillingsträchtige Schwarzkopfschafe (SK2) selektiert. Während der letzten fünf Wochen ante partum (W. a.p.) sowie in der zweiten Woche post partum (W. p.p.) wurden Blutproben (V. jugularis) entnommen und die Phagozytoseaktivität (n je 4, flowzytometrisch mittels E. coli-Keimen), das Blutbild (Technicon 1) sowie Parameter des Energie- und Eiweißstoffwechsels (Hitachi 704, Testkits der Fa. Boehringer Mannheim) untersucht.

Ergebnisse: Nachfolgend sind die Resultate der Phagozytoseintensität (Medianwerte) aufgeführt:

			- 5	- 3	- 1	2	W. p.p.
Pha-	granu-	MFS1	3851	1830	2947	2918	
gozy-	lozy-	MFS2	3650	2139	3171	2797	
tose-	tär	SK2	2978	2380	2422	2674	
ak-	makro-	MFS1	1406	726	1181	1061	
tivi-	zytär	MFS2	1212	1046	1198	1426	
tät		SK2	1077	892	1069	1334	

Die makrozytäre Phagozytoseintensität (mPI) war signifikant niedriger als die der Granulozyten (gPI). Ante partum war die PI signifikant niedriger als p.p. Im Trächtigkeitsverlauf trat bei allen Gruppen, am stärksten bei MFS1, 3 W. a.p. ein signifikantes Minimum der mPI auf. Dieses war noch ausgeprägter bei der gPI, d.h., bei beiden PI-Arten war das Minimum z.Z. der maximalen metabolischen Belastung feststellbar. Die Granulozytenzahl war bei den weniger stoffwechselbelasteten MFS1 generell niedriger als bei den Zwillingsträchtigen. Invers verhielten sich die Zahlen der Monozyten und Lymphozyten. Gesicherte Korrelationen zu Stoffwechsel- und hämatologischen Parametern konnten nur für die mPI, nicht für die gPI, berechnet werden:

	Bilirubin	BHB	Monozyten	Lymphozyten	Neutrophile
3-1 W. a.p.	+0,31	0,40	-0,37	0,45	-
1-2 W. p.p.	-	0,66	0,41	-	0,46

Auch die Glucose- und FFS-Konzentrationen korrelierten nicht gesichert mit der PI. Bei extrem veränderten Stoffwechselparametern (n je 5, Medianwerte) wurden physiologische PI gemessen:

	physiologisch	FFS (741 µmol/l)	BHB (1,25 mmol/l)	Glucose (2,56 mmol/l)
mPI	800 - 1350	1118	1342	1282
gPI	2000 - 3700	2957	3385	2905

Schlussfolgerungen: 3 bis 1 W. a.p. besteht bei zwillingsträchtigen Schafen die höchste metabolische Belastung. Gesteigerte Konzentrationen der FFS sind mit Leuko- und Lymphopenie gekoppelt 3 W. a.p. ist die Phagozytoseintensität am geringsten. Sie steigt über den Partus hinaus an und korreliert positiv mit dem BHB. Zwillingsträchtige haben niedrigere Protein- sowie  $\gamma$ -Globulin-Konzentrationen.

FÜRLL, M., RICHTER, S., RÖPKE, M., HEROLD, H., KRÜGER, M., (1998): Proceedings, 6. Tagung Schaf- und Ziegenkrankheiten, Gießen 8. Mai, 114-117.

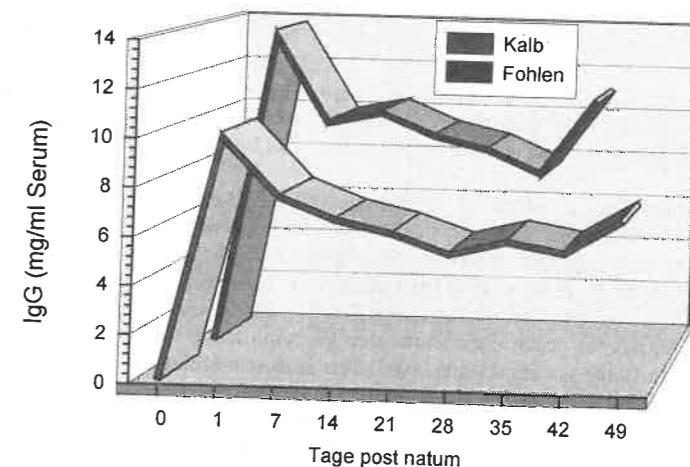
\* Medizinische Tierklinik der Universität Leipzig, An den Tierkliniken 11, D-04103 Leipzig

# Workshop

## "Einflüsse auf Gesundheit und Leistungsbereitschaft beim Milchkalb"

**W1. Kolostrum als „functional food“ für das neugeborene Kalb: Einflüsse auf den Immunstatus** (Colostrum as functional food for newborn calves: Effects on the immune status).  
M. H. Erhard\* und M. Stangassinger - München

Die Bedeutung des Kolostrums für die Ausprägung der passiven, maternal erworbenen Immunität des neugeborenen Kalbes ist seit langer Zeit bekannt. Eine Grundvoraussetzung dafür stellt die ausreichende enterale Absorption von Immunglobulin G (IgG) in den ersten 24 Stunden post natum dar. Aufgrund des Zusammenwirkens von verschiedenen Faktoren, die sowohl das Muttertier als auch das Neugeborene betreffen können, ist diese passive maternale Immunität häufig relativ schlecht ausgeprägt, sodass viele Tiere in dieser Phase erkranken und auch sterben. Beim Fohlen wird in der Literatur die Unterversorgung mit maternalen Antikörpern als „Failure of passiv transfer (FPT)“ bezeichnet (1, 2, 3, 4). Ab welcher postkolostralen IgG-Konzentration im Serum von FPT bzw. auch von „partial FPT (pFTP)“ gesprochen werden kann, wird allerdings kontrovers diskutiert. Nach eingehender Literaturstudie erscheint für das neugeborene Fohlen ein Grenzwert von 4 mg IgG/ml Serum für FPT und ein IgG-Konzentrationsbereich von 4 bis 8 mg/ml Serum für pFTP sinnvoll. Inwieweit diese Einteilung auf das neugeborene Kalb übertragen werden kann bleibt allerdings offen. Grundsätzlich ist aber nach unseren neuesten Erkenntnissen davon auszugehen, dass hinsichtlich den Zeitpunkten der Absorption von IgG, des Beginns der Eigensynthese und seiner gehaltlichen Dominanz über den abnehmenden maternalen IgG-Bestand keine wesentlichen Unterschiede zwischen neugeborenen Fohlen und Kälbern bestehen (Abb.1).



**Abbildung 1: Serum Immunglobulin G (IgG)-Konzentrationen bei neugeborenen Kälbern (Verlaufsuntersuchung; n=18) und neugeborenen Fohlen (Einzelbestimmungen, n=137).**

In einigen Studien wurden von uns die IgG-Konzentrationen bei neugeborenen Kälbern untersucht (5, 6, 7, 8). Unter standardisierten Bedingungen bei Untersuchungen an unserer Fakultät (7, 8) zeigten die Kälber deutlich höhere mittlere post kolostrale Serum-IgG-Konzentrationen (9,3 und 10,1 mg/ml) als unter Feldbedingungen (5,9 und 4,9 mg/ml; 5, 6). Im Vergleich zum neugeborenen Fohlen (13,3 mg IgG/ml Serum) waren die mittleren IgG-Konzentrationen bei neugeborenen Kälbern in allen Studien aber deutlich niedriger (Abb.1, Tab.1). Unter Verwendung analoger Grenzwerte für FPT (< 4 mg IgG/ml Serum) und pFTP (4-8 mg IgG/ml Serum) beim Kalb, zeigten bei unseren Feldstudien (5, 6) von 123 bzw. 198 Kälbern 37,3 % bzw.

48,0 % FTP und 39,7 % bzw. 37,9 % pFTP. Nur 23,0 % und 14,1 % der Kälber waren ausreichend mit maternalen kolostralen Antikörpern versorgt. Diese letztgenannten Zahlen stiegen deutlich an sobald die Haltungs- und Betreuungsbedingungen der Kälber (wie in den Stallungen unserer Universität) verbessert wurden (Tab.1).

**Tabelle 1: Post natale (p.n.) Immunglobulin G (IgG)-Konzentrationen und Häufigkeit des Auftretens von „Failure of passive transfer (FTP) und von „partial FPT (pFTP)“ bei neugeborenen Kälbern und Fohlen.**

Untersuchungen	IgG (mg/ml Serum)	FPT (< 4 mg/ml)	pFTP (4-8 mg/ml)	Ausreichend IgG (> 8 mg/ml)
<b>Kälber Feldversuch (5)</b> (n=123, Tag 1-5 p.n.)	5,9	37,3 %	39,7 %	23,0 %
<b>Kälber Feldversuch (6)</b> (n=198; Tag 4-6 p.n.)	4,9	48,0 %	37,9 %	14,1 %
<b>Kälber Universität (7)</b> (n=26, Tag 1 p.n.)	9,3	17,2 %	24,1 %	58,6 %
<b>Kälber Universität (8)</b> (n=18, Tag 1 p.n.)	10,1	5,6 %	11,1 %	83,8 %
<b>Fohlen Feldversuch</b> (n=73, Tag 1 p.n.)	13,3	10,0 %	18,6 %	71,4 %

Nach der primären resorptiven Versorgung mit maternalen Antikörpern muss das neugeborene Kalb selbst Antikörper bilden, um überlebensfähig zu bleiben. Insbesondere bei IgG-Unterversorgung muss das Neugeborene diese „immunologische Lücke“ durch frühzeitige und umfangreiche Eigensynthese von IgG relativ schnell schließen. Allerdings stehen hinsichtlich Stimulierung und Zeitpunkt der Initiierung nur unzureichende Daten zur Verfügung. Nach Erhard et al. (8) beginnen die Kälber bereits in den ersten Lebenstagen mit der Eigensynthese von IgG.

Die frühe Fütterung von Eipulver mit erregerspezifischen Antikörpern hat sich als Kolostrumergänzung bei der Prophylaxe von infektiösen Durchfallerkrankungen bewährt (9). Dabei werden auch Proteine aus dem Eipulver absorbiert (5). Der relative Anteil von absorbiertem heterologen Hühner-Immunglobulin Y (IgY) ist aber geringer als von homologem bovinen IgG. Zugleich ist die Elimination von IgY aus dem Plasma auch noch deutlich beschleunigt (7). Zudem bilden die neugeborenen Kälber Antikörper gegen die absorbierten Fremdproteine, wenn das Eipulver in den ersten Stunden post natum (p.n.) verfüttert wird (10). Nach erneutem Kontakt mit dem jeweiligen Antigen infolge einer parenteralen Immunisierung zeigt sich ein ausgeprägter Boostereffekt, der auf eine Sensibilisierung der Kälber gegenüber Eiproteinen schließen ließ. Sowohl die Höhe des mittleren Maximaltiters als auch der Zeitpunkt seines Erreichens unterschieden sich zur Kontrollgruppe deutlich. Der für das jeweilige Antigen spezifische Titer war nach parenteraler Immunisierung in der Behandlungsgruppe höher und wurde im Mittel zwei Wochen früher erreicht. Nach neueren Untersuchungen scheint der Zeitpunkt der erstmaligen Fremdproteinzuflutung weder einen Einfluss auf die Entwicklung einer humoralen Immunantwort, noch auf die Höhe der entsprechenden Antikörpertiters zu haben. Offensichtlich müssen die Fremdproteine nicht absorbiert werden, um eine humorale Immunantwort auszulösen.

Nachdem gezeigt werden konnte, dass neugeborene Kälber nach Verfütterung von Fremdprotein spezifische Antikörper gegen dieses bilden, lag es nahe zu überprüfen, ob Proteine des Kolostrums ebenfalls in der Lage sind, im neugeborenen Kalb eine humorale Immunantwort auszulösen. Die Seren neugeborener Kälber wurden deshalb auf Antikörpertiter gegen verschiedene Kolostrumproteine untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass bereits wenige Tage p.n. spezifische Antikörper gegen diese Kolostrumproteine gebildet wurden (Tab.2).

**Tabelle 2: Zeitpunkt des ersten Auftretens von spezifischen Antikörpern gegen verschiedene Kolostrumproteine im Serum neugeborener Kälber (n=18).**

Protein	$\alpha$ -Lactalbumin	$\beta$ -Lactoglobulin	$\alpha$ -Kasein	$\beta$ -Kasein	$\kappa$ -Kasein
Tage p.n.	8	11	28	11	8

Die vorliegenden Untersuchungen zeigten, dass neugeborene Kälber unter Feldbedingungen eine schlechtere Versorgung mit maternalen Antikörpern erhalten als unter standardisierten und kontrollierten Versuchsbedingungen in den Stallungen der Universität. Allerdings wiesen die eimergetränkten Kälber in allen Studien niedrigere post kolostrale IgG-Konzentrationen auf als neugeborene Fohlen, die Kolostrum unter natürlichen Bedingungen direkt vom Muttertier aufnahmen. Die Verfütterung von Fremdprotein als auch die Gabe von normalem Kolostrum führte zu einer Stimulierung der Eigensynthese von IgG bei den neugeborenen Kälbern. Nur wenig Einfluss auf eine derartige Stimulierung scheint der post natale Zeitpunkt der erstmaligen nutritiven Aufnahme dieser Proteine zu haben.

Aufgrund der Tatsache, dass eine derartige humorale Immunantwort auch gegen Kolostrumproteine auftritt, können dem „functional food“ Kolostrum aus immunologischer Sicht zumindest zwei wesentliche Aufgaben zugeordnet werden:

1. Vorübergehende Etablierung einer passiven Immunität mittels maternaler Antikörper
2. Frühzeitige Stimulierung der persistierenden aktiven Immunität

- (1) CLABOUGH, D. L., J. F. LEVINE, G. L. GRANT, H. S. CONBOYD, (1991): J. Vet. Int. Med. 5, 335-340
- (2) STONEHAM, S. J., N. J. W. DIGBY, S. W. RICKETTS, N. J. WINGFIELD-DIGBY, (1991): Vet. Rec. 128, 416-419
- (3) LEBLANC, M. M.; T. TRAN, J. L. BALDWIN, E. L. PRITHARD, (1992): J. Am. Vet. Med. Ass. 200, 179-183
- (4) RAIDAL, S. L., (1996): Aust. Vet. J. 73, 201-206
- (5) ERHARD, M.H., U. LÖSCH, M. STANGASSINGER, (1995): Z. Ernährungswiss. 34, 160-163
- (6) ERHARD, M.H., P. AMON, M. YOUNAN, Z. ALI, M. STANGASSINGER, (1999): Reprod. Dom. Anim. 34, 173-175
- (7) ERHARD, M.H., E. GÖBEL, B. LEWAN, U. LÖSCH, M. STANGASSINGER, (1997): Arch. Anim. Nutr. 50, 369-380
- (8) ERHARD, M.H., P. AMON, S. NÜSKE, M. STANGASSINGER, (1999): J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 81, 239-248
- (9) ERHARD, M.H., (1997): ATLA 25, 572-575
- (10) ERHARD, M.H., P. AMON, M. STANGASSINGER, (1999): Proc. Soc. Physiol. 8, 84

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Tierärztliche Fakultät, Universität München, Veterinärstr.13, D-80539 München

**W2. Kolostrum als "functional food" für das neugeborene Kalb: Einflüsse auf den Stoffwechsel** (Colostrum as "functional food" in the neonatal calf: metabolic effects). H. M. Hammon\* und J. W. Blum – Bern

Die postnatale Entwicklung der Kälber unterliegt zahlreichen Anpassungsreaktionen. Zudem erfolgt die Nährstoffversorgung nicht mehr parenteral (über die Plazenta), sondern oral, und die Energieversorgung wechselt von kohlenhydrat- zu fettbetonter Nahrung. Bovines Kolostrum (K) enthält neben hohen Mengen an Nährstoffen und Immunglobulinen auch grosse Mengen an bioaktiven Substanzen, z.B. Insulin (I), Prolaktin, Insulinähnliche Wachstumsfaktoren (IGF I und II), Transformierender Wachstumsfaktor  $\beta$ , Tumornekrosefaktor- $\alpha$ , Enzyme und weitere biologisch aktive Peptide und Proteine sowie Polyamine und Nukleotide. Bei Ratte, Maus und Schwein wurde gezeigt, dass oral verabreichte Wachstumsfaktoren die Entwicklung des Neugeborenen und besonders des Gastrointestinaltrakts (GIT) beeinflussen.

Die Aufnahme von K ist für Wachstum und funktionelle Entwicklung des GIT von großer Bedeutung. Neugeborene Kälber, die nur mit Milchaustauscher (MAT), d. h. ohne K, gefüttert wurden, hatten eine geringere Xyloseabsorption und kleinere Dünndarmzotten als mit K gefütterte Kälber. Die Entwicklung des GIT scheint aber nicht nur durch hohe Nährstoffaufnahme gefördert zu werden. Kälber, die während der ersten drei Tage nach der Geburt mit einem K-Ersatz gefüttert wurden, der in seiner groben Nährstoffzusammensetzung dem jeweiligen K-Gemelk (Tage 1 – 3) entsprach, aber biologisch aktive Substanzen nur in sehr geringen Mengen enthielt, zeigten ebenfalls eine reduzierte Xyloseabsorption im Vergleich zu Kälbern, die im gleichen Zeitraum mit K gefüttert wurden. Histomorphometrische Untersuchungen der Darmmucosa dieser Kälber zeigten eine Reduktion der Zottenfläche im Jejunum und Ileum um ca. 20% bei den mit K-Ersatz gefütterten Kälbern. Zudem war die Zellproliferation in der Dünndarmmucosa um ca. 20% reduziert. Neben der hohen Nährstoffversorgung scheinen somit weitere Faktoren, die das Kalb mit K aufnimmt, für die Entwicklung des GIT von Bedeutung zu sein. Rezeptoren für IGF-I, IGF-II und I sind in der Darmmucosa neonataler Kälber nachweisbar. Es ist denkbar, dass IGFs und I das Wachstum der Darmmucosa fördern. So erhöhte oral verabreichter rekombinierter humaner IGF-I (rhIGF-I) die Mitoserate in den Darmzellen neonataler Kälber. Andererseits hatte oral verabreichter hIGF-I (sezerniert in großen Mengen durch die Milchdrüse Gen-manipulierter Kaninchen) keine Effekte auf Zellproliferation und Größe der Dünndarmzotten. Es ist möglich, dass nicht ein einzelner Wachstumsfaktor, sondern das synergistische Zusammenwirken mehrerer Wachstumsfaktoren, wie dies durch die Aufnahme von K geschieht, die Entwicklung des GIT fördert oder dass die Matrix, in der die Wachstumsfaktoren (und andere bioaktive Substanzen eingeschlossen sind), die Wirkung dieser Substanzen beeinflusst.

Nach der ersten K-Aufnahme stiegen die Plasmakonzentrationen von Gesamtprotein aufgrund der Absorption von Immunglobulinen (Ig) rasch an. Eine reduzierte sowie eine verzögerte K-Aufnahme führte zu einem erniedrigten Ig-Status. Zudem erhöhte eine intensive K-Versorgung die Plasmalbuminkonzentrationen, was auf eine erhöhte Proteinsynthese in der Leber schließen lässt. Bei Kälbern, die in den ersten drei Lebenstagen mit K gefüttert, stiegen die Albuminkonzentrationen während der ersten Lebenswoche an, nicht aber, wenn in den ersten drei Tagen MAT gefüttert wurde. Die Harnstoffkonzentrationen im Plasma der Kälber nahmen mit steigender Aufnahme an K zu, dagegen blieben bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung mit einer erwartungsgemäß relativ hohen K-Versorgung bei gleichzeitigem Anstieg der Albuminkonzentrationen die Harnstoffkonzentrationen im Plasma während der ersten Woche unverändert. Wurden Kälber mit K-Ersatz gefüttert, stiegen die Harnstoffkonzentrationen im Plasma stärker an als bei mit K gefütterten Kälbern, obwohl die Protein- und Energiezufuhr gleich war. Die K-Aufnahme beeinflusst auch das Verhalten der freien Aminosäuren im Blut. Kälber, denen K während drei Tagen gefüttert wurde, hatten höhere Plasmakonzentrationen an freien essentiellen Aminosäuren als Kälber, die nur einmal mit K gefüttert wurden oder die ab der Geburt nur MAT erhielten. Die Plasmakonzentrationen von freier

Glutaminsäure (Glu) und freiem Glutamin (Gln) wurden ebenfalls stark von der K-Aufnahme beeinflusst. Die Plasmakonzentration der freien Glu stieg nach der K-Aufnahme an, nicht aber nach Fütterung von MAT, und gleichzeitig sank die Plasmakonzentration von freiem Gln nach der ersten K-Fütterung ab, nicht aber nach Fütterung von MAT. Die Aktivität von Enzymen wie  $\gamma$ -Glutamyltransferase, Laktatdehydrogenase, Aspartataminotransferase und Glutamatdehydrogenase ist in K höher als in Vollmilch und deren Aktivität stieg nach der ersten K-Aufnahme im Plasma neonataler Kälber an, nicht aber nach der Fütterung von MAT.

Die Aufnahme von MAT unmittelbar nach der Geburt verursachte beim Kalb einen stärkeren Anstieg der Plasmakonzentration von Glucose (G) als die Aufnahme von K, bedingt durch einen höheren Laktosegehalt im MAT als im K (in der Trockenmasse). Allerdings waren nach mehrmaliger K-Fütterung die Plasmakonzentrationen von G höher als nach ausschließlicher Fütterung von MAT. Die Plasmakonzentrationen von Laktat sanken dagegen in der ersten Lebenswoche unabhängig von der Fütterung ab.

Die Plasmakonzentrationen von Triglyceriden (TG), Phospholipiden (PL) und Cholesterin werden sehr stark vom Zeitpunkt und der Menge der K-Aufnahme beeinflusst. So waren deren Konzentrationen und die Konzentrationen von essentiellen und nicht-essentiellen Fettsäuren bei Kälbern, die K erst 24 h nach der Geburt erhielten, deutlich niedriger als bei Kälbern, die K unmittelbar nach der Geburt erhielten. Dies galt auch für die Plasmakonzentrationen fettlöslicher Vitamine ( $\beta$ -Carotin, Retinol,  $\alpha$ -Tocopherol), nicht aber für wasserlösliche Vitamine (B-6, B-12, Folsäure). Die Plasmakonzentrationen von TG, PL und Cholesterin waren in der ersten Lebenswoche niedriger bei nur mit MAT gefütterten Kälbern im Vergleich zu Kälbern, die während drei Tagen K erhielten. Die Konzentrationen dieser Lipide und die Konzentrationen essentieller und nicht-essentieller Fettsäuren waren auch dann niedriger, wenn K-Ersatz mit einem Rohfettgehalt entsprechend K gefüttert wurde. Der Lipidstatus ist also nicht nur abhängig von der aufgenommenen Fettmenge, sondern wird durch die Aufnahme von K per se gefördert. Interessanterweise war bei Kälbern, denen hIGF-I zusammen mit K-Ersatz gefüttert wurde, die TG-Konzentration im Blut erhöht.

Die Plasmakonzentrationen von Gastrin und von G-abhängigem insulinotropem Polypeptid (GIP) waren deutlich erniedrigt bei Kälbern, die während den ersten 24 h nach der Geburt kein K erhielten, ihre Konzentration normalisierte sich aber nach Fütterung von K ab dem zweiten Lebenstag schnell. Die postprandialen Plasmakonzentrationen von I waren während der ersten Lebenswoche reduziert bei Kälbern, die erst 4 h nach der Geburt K oder die MAT statt K erhielten. Die Plasmakonzentrationen von Glucagon stiegen dagegen nach der ersten Fütterung stärker an bei Kälbern, die K statt MAT erhielten. Zusätzliche K-Fütterungen verbesserten in den ersten zwei Lebenstagen den Glucagonstatus im Blutplasma. Allerdings waren die Plasmakonzentrationen von Glucagon ab dem dritten Lebenstag höher bei Kälbern mit K-Ersatz oder MAT statt K. Ebenfalls höher waren die Plasmakonzentrationen von Cortisol bei mit MAT oder K-Ersatz im Vergleich zu mit K gefütterten Kälbern. Für die Deckung des G-Bedarfs beim Neugeborenen ist die Bereitstellung von G mittels Gluconeogenese unerlässlich. Glucagon und Cortisol stimulieren beide die Gluconeogenese und scheinen bei Kälbern mit reduzierter K-Aufnahme für die G-Homöostase wichtig zu sein. Andererseits deuten die höheren Glucagonkonzentrationen im Plasma bei gleichzeitig ansteigenden I-Konzentrationen nach der ersten K-Fütterung auf einen intensiveren Stoffumsatz bei mit K gefütterten Kälbern hin. Die Plasmakonzentrationen von Triiodthyronin und Thyroxin nehmen im Verlauf der ersten Lebenswoche unabhängig von der Fütterung ab.

Die somatotrope Achse funktioniert grundsätzlich beim neugeborenen Kalb. Die Ausschüttung von Wachstumshormon (GH) wird durch Verabreichung von GH-Releasingfaktor stimuliert und zwar unabhängig von der Menge an gefüttertem K. Die Verabreichung von GH verursachte allerdings nur einen mäßigen Anstieg der IGF-I-Konzentration im Blutplasma. Da beim neugeborenen Kalb GH-GH Wirkung sein. Die Injektion von Long-R<sup>3</sup>-IGF-I (einem IGF-I Derivat), das nicht an IGF-Bindungsproteine (IGFBPs) bindet und deshalb biologisch sehr viel wirksamer ist als IGF-I, reduzierte die Plasmakonzentration von GH und IGF-I bei gleichzeitigem Anstieg der IGFBP-2-Konzentrationen im Blutplasma.

Die Plasmakonzentrationen von IGF-I, nicht aber von GH, werden durch die K-Aufnahme beeinflusst. Sowohl eine um 24 h verzögerte K-Aufnahme als auch die Fütterung von MAT anstelle von K reduzierten die Plasmakonzentrationen von IGF-I in der ersten Lebenswoche, während die Plasmakonzentrationen von GH kaum beeinflusst wurden oder eher zunahmen. Ein entsprechendes Verhalten beider Hormone findet man auch bei älteren Tieren nach reduzierter Futteraufnahme. Eine ungenügende Energie- und Proteinversorgung könnte somit auch beim neugeborenen Kalb für niedrige Konzentrationen von IGF-I verantwortlich sein. Allerdings waren bei Versuchen mit K-Ersatz die IGF-I Konzentrationen im Blutplasma am Ende der ersten Lebenswoche ebenfalls erniedrigt. IGF-I im K scheint für den IGF-I Plasmaspiegel aber unbedeutend zu sein. In mehreren Studien konnte nämlich keine Absorption von IGF-I aus K nachgewiesen werden. Dagegen wird IGF-I beim neugeborenen Kalb in GIT, Niere, Milz, Lymphknoten, Thymus und v. a. in der Leber exprimiert. Beim neugeborenen Kalb korrelierte die Expressionierung von IGF-I in der Leber gut mit der Plasmakonzentration von IGF-I und somit war die endogene IGF-I Produktion in der Leber maßgebend für die Plasmakonzentrationen von IGF-I. Quantitative Studien über die IGF-I Expressionierung in der Leber wiesen auf einen Zusammenhang mit der K-Aufnahme hin. Die IGF-I Expressionierung war am höchsten bei Kälbern, die über die ganze erste Lebenswoche Erstcolostrum in abgestuften Mengen erhielten, und war höher bei mit K gefütterten Kälbern als bei Kälbern, die K-Ersatz erhielten. Grundsätzlich nehmen die Plasmakonzentrationen von IGF-I bei limitiert gefütterten Kälbern in der ersten Lebenswoche eher ab und es ist in diesem Zeitraum keine deutliche Gewichtszunahme feststellbar. Kälber aus Mutterkuhherden, die K nach freiem Belieben und vermutlich in sehr viel höheren Mengen aufnehmen als Kälber aus konventioneller Aufzucht, zeigen dagegen neben einer signifikanten Gewichtszunahme auch ansteigende IGF-I Konzentrationen in der ersten Lebenswoche. IGFBPs sind für die Regulation der Plasmakonzentration von IGF-I von großer Bedeutung und werden durch die K-Fütterung beeinflusst. Die Plasmakonzentrationen von IGFBP-3, das den Hauptteil des IGF-I im Plasma bindet, sanken während der ersten Lebenswoche bei neugeborenen Kälbern ab, unabhängig davon ob die Kälber K oder von Anfang an nur MAT bekamen. Die Plasmakonzentrationen von IGFBP-2, das als kleineres IGFBP den Blutkreislauf verlassen kann, waren dagegen höher bei Kälbern, die ausschließlich mit MAT gefüttert wurden im Vergleich zu mit K gefütterten Kälbern. Auch eine verzögerte K-Aufnahme beeinflusst die Plasmakonzentrationen der IGFBPs. Die Konzentrationen von IGFBP-3 sanken ab und diejenigen von IGFBP-2 stiegen im Blutplasma nach 24 h verzögter K-Fütterung an. Da die Zunahme der IGFBP-2-Konzentrationen im Blutplasma mit einem gleichzeitigen Abfall der IGF-I-Konzentrationen einhergeht, ist anzunehmen, dass eine Verschiebung der IGFBP-Konzentrationen hin zu den kleinmolekularen Bindungsproteinen bei der Regulation von IGF-I im Blutplasma eine wichtige Rolle spielt. Ein reduzierter I-Status im Plasma, wie er bei ausschließlich mit MAT oder bei 24 h verzögert gefütterten Kälbern beobachtet wurde, führt ebenfalls zu einer Erhöhung der Konzentrationen der kleinmolekularen IGFBPs im Blutplasma. Die Aufnahme von K beim neugeborenen Kalb beeinflusst sowohl die Entwicklung des GIT als auch den Stoffwechsel und endokrine Systeme. Neben Nährstoffen sind auch biologisch aktive Substanzen des K zu berücksichtigen. Die metabolischen und endokrinen Effekte sind vorübergehend, Hinweise für eine metabolische und endokrine Prägung durch unterschiedliche Fütterung in der ersten Lebenswoche wurden bis jetzt nicht gefunden.

#### Literatur (Eigene neuere Übersichtsarbeiten)

- BLUM, J. W., HAMMON, H., (1999): Domest. Anim. Endocrinol. 17, 219-230.  
 GUILLOTEAU, P., LE HUËROU-LURON, I., TOULLEC, R., CHAYVIALLE, J.A., ZABIELSKI, R., BLUM, J. W., (1997): J. Vet. Med. A 44:1-23.  
 HAMMON, H., BLUM, J. W., (1998): Metabolic and endocrine changes in neonatal calves. In: BLUM, J. W., ELSASSER, T., GUILLOTEAU, P., (Eds): Int. Symposium on "Growth in Ruminants: Basic Aspects, Theory and Practice for the Future". University of Berne, CH-Berne, pp. 39-48.

\* Abt. für Ernährungspathologie, vet.-med. Fakultät, Univ. Bern, Bremgartenstr. 109a, CH-3012 Bern, Schweiz

#### W3. Digestive and Metabolic Aspects in Milk-fed Calves (Verdauungs- und stoffwechselphysiologische Gegebenheiten bei mit Milch gefütterten Kälbern). J. W. Blum\* and H. M. Hammon – Bern

**Introduction:** Newborn calves have to develop the ability to digest colostrum and milk by changes in the structure and function of the gastrointestinal (GI) tract and pancreas. Colostrum (C) contains proteins, essential and non-essential amino acids (EAA, NEAA) and fatty acids (FA), lactose, vitamins, and minerals and non-nutritional substances, such as immunoglobulins, peptides, peptide and non-peptide hormones, growth factors, cytokines, nucleotides, polyamines and enzymes. Bovine C is characterized by high concentrations of insulin-like growth factors I and II (IGF-I, IGF-II), insulin (I), and prolactin (PRL), but low concentrations of growth hormone (GH). Except casein and lactose, amounts of most components and especially of bioactive substances available to the newborn calf are highest in the first C. C is important for nutrient supply, passive immunity, maturation of organs and exerts metabolic and endocrine changes. Ingestion of C has marked effects on GI tract development and function, affects digestive enzymes, GI hormones and absorptive capacity through nutritional and non-nutritional components, such as IGF-I.

Metabolic, endocrine, immunological, and hematological changes continue after the neonatal period. Some alterations seem to be primarily of constitutional nature. Thus, young calves are characterized by unusually high plasma concentrations and urinary and salivary excretions of nitrate ( $\text{NO}_3$ ).  $\text{NO}_3$  is the substrate for the formation of NO is arginine (Arg), which – stimulated by NO synthases (NOS) – is transformed into citrulline. Interactions between NO and urea production and thus with nitrogen (N) metabolism have been demonstrated. Very high  $\text{NO}_x$  ( $= \text{NO}_2 + \text{NO}_3$ , primarily  $\text{NO}_3$ ) concentrations in blood plasma, saliva and urine in newborn calves were measured before the first meal, while concentrations in cerebrospinal fluid and in blood plasma and milk of their dams were very low. Concentrations decreased within the first days of life, but remained still relatively high for several months. The data indicate marked endogenous  $\text{NO}_3$  production in young calves. Different feeding and administration of GH and Long-R<sup>3</sup>-IGF-I (an IGF-I analogue), which modify N metabolism, had no effects on  $\text{NO}_x$  concentrations in blood plasma, saliva and urine of neonatal calves. Only when  $> 200 \mu\text{mol NO}_2 + \text{NO}_3$  per kg body weight were fed to young calves, plasma  $\text{NO}_3$  concentrations and excretion in response to i.v. endotoxin in young calves, in contrast to older cattle.

Ontogenetic changes are markedly modified by nutrition. Suckling is the most natural situation. This

contrasts with other calf raising systems. Thus, calves raised for potential breeding after the colostral

period are fed limited amounts of milk or milk replacer (MR), ingest increasing amounts of hay and

concentrates and are then weaned to become true ruminants. Veal calves until slaughtered are fed milk

and MR almost exclusively. Their high daily gains require high feeding intensity, digestibility of nutrients

and utilization of absorbed nutrient components. They are characterized by marked postprandial metabolic

nutrients appears to be limited. Production of white meat also requires that only small amounts of iron

(Fe) are ingested, which not only causes anemia, but also characteristic metabolic and endocrine changes.

**Suckling Calves:** We have studied clinical, hematological, metabolic, enzymatic, endocrine and health traits in suckling Simmenthaler calves during the first 3 months of life. Plasma glucose (G), total protein and immunoglobulin G (IgG) concentrations increased on d 1 of life, triglyceride (TG) concentrations increased during the first 7 d, whereas inorganic phosphorus, phospholipid, cholesterol and albumin concentrations increased during the first 14 or 21 d and then remained elevated. Plasma IGF-I concentrations increased during the whole growth period. There were transient elevations of plasma glucagon concentrations up to d 14, of the activity of alkaline phosphatase up to d 7 and of  $\gamma$ -glutamyltransferase, aspartate aminotransferase, and lactate dehydrogenase activities on d 1 of life.

Plasma iron (Fe) concentration transiently decreased up to d 28 and creatine kinase activity up to d 7. Concentrations of hemoglobin, calcium, magnesium (after a transient rise on d 1), non-esterified FA (NEFA), bilirubin, creatinine, 3,5,3'-triiodothyronine ( $T_3$ ), and thyroxine ( $T_4$ ) decreased after birth. Concentrations of  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHBA), urea and I did not exhibit significant age-dependent changes. Concentrations of  $T_3$  and  $T_4$  were higher in females than (castrated) males, whereas IGF-I concentrations were higher in (castrated) males than females. Most traits in the first weeks behaved similarly in suckling as in non-suckling pre-ruminant calves. However, hemoglobin and plasma Fe concentrations were higher, whereas G and I concentrations were lower than normally found in veal calves. On the other hand, concentrations of G, I and IGF-I in suckling calves in the 3<sup>rd</sup> month of age were higher than can normally be measured in calves raised for potential breeding. The pattern of hematological, metabolic and endocrine changes in female and (castrated and intact male) Angus calves in two other cow-calf herds was very similar to that in Simmenthaler calves.

**Veal Calves:** In veal calves glucose-insulin relationships are often grossly abnormal. Plasma G often markedly increases during fattening in twice/d bucket-fed calves. G concentrations were much lower in calves fed at least 6 times/24 h than in calves fed the same amounts of MR only 2 times/24 h, demonstrating that feeding frequency is important. Glucosuria and galactosuria occurred especially towards the end of fattening, if plasma G increased above 1.5 g/L (kidney threshold), indicating energy loss and reduced energy utilization. G clearance was markedly reduced, especially postprandially. G tracer kinetics during euglycemic-hyperinsulinemic clamps (EHGC) demonstrated reduced I-dependent G oxidation. I concentrations excessively increased after feed intake especially towards later phases of fattening in twice/d fed calves. Mean I concentrations were lower in calves fed 6 times than 2 times/24 h the same amount of food. However, in hyperglycemic clamps, G-stimulated I responses were not age-dependently enhanced. Hyperinsulinemia was primarily due to enhanced secretion because in EHGC metabolic clearance rates (MCR) were not reduced and  $t_{1/2}$  of I (after i.v. injection) were normal and were pre- and postprandially not different. Towards the end of fattening plasma G remained elevated even in the presence of extremely high circulating amounts of I, indicating development of I resistance with increasing age. Hypoglycemic effects of I at 3 h after MR intake were smaller than before feeding, i.e. I resistance was primarily a postprandial problem. In accordance, I-dependent G utilization, measured by EHGC (and thus about 15 h after the last meal) did not change in an age-dependent manner - in contrast to the postprandial situation. The etiology of I resistance is likely multifactorial. There may be a constitutionally based and an age-dependently reduced ability of veal calves to handle high amounts of absorbed nutrient components, especially G. Hyperinsulinemia after MR intake was greater than after oral administration of lactose or oral and parenteral administration of G, although plasma G concentrations were lower, indicating that factors other than lactose or G contribute to I resistance. Although high lactose intake was not the only factor of hyperinsulinemia, feeding during the fattening period caused reduced I receptor number (not affinity) in skeletal muscle. High fat intake was questioned as an etiological factor, but high feeding intensity may be important and I effects are dependent on protein intakes. Cr(III) deficiency seems not to be involved because supplementation of a synthetic Cr(III) preparation [containing Cr(III), nicotinic acid, glycine, glutamic acid and cysteine] did not reduce postprandial hyperglycemia and hyperinsulinemia. Fe excess as an etiological factor for I resistance could be excluded because I resistance developed in calves fed only 20 mg Fe/kg MR. High circulating amounts of I as such are likely important since I down-regulates its receptors. G-dependent insulinotropic polypeptide (GIP) could, too, be excluded because its postprandial rise was similar in calves fed normal or high amounts of lactose, its postprandial rise at the start and end of fattening was comparable and GIP is not insulinogenic in ruminants. Furthermore, GH and cortisol excesses (well known to cause I resistance) could, too, be excluded as etiological factors of I resistance. However, markedly higher amounts of noradrenaline and dopamine excreted during 24 h/kg<sup>0.75</sup> in the urine at the end than at the start of fattening indicated enhanced sympathetic activity with increasing age, which may contribute to the age-dependent increase of I resistance. Reduced postprandial hyperglycemia and enhanced postprandial insulin responses, especially after lactose loads, by supplementation of fructooligosaccharides (which are mainly digested in the large gut) suggests that yet unknown factors of the

G-I axis are involved. Because a normal I status (concentration, effect) is required for the stimulation of anabolic processes, it is somehow surprising that high growth rates are possible under conditions of marked I resistance. IGF-I, which continuously increases during fattening in veal calves, may mediate some of the effects of I under high-intensive feeding conditions. However, plasma concentrations of IGF-I, GH and PRL were lower and of plasma somatostatin were higher in calves fed MR twice/day compared with calves fed the same amount of MR at least 6 times/day. Thus, under these conditions there was dichotomy in the behaviour of IGF-I and I. It may be speculated that I resistance protects I-sensitive tissues from substrate overload.

Low Fe intake with milk or MR diets in veal calves is necessary to produce white meat. Consequences of marked Fe deficiency are reduced O<sub>2</sub> transport (by hemoglobin), O<sub>2</sub> storage (by myoglobin) and O<sub>2</sub> utilization (by enzymes of the respiratory chain). In Fe-deficient calves Fe deficiency was characterized by anemia, reduced O<sub>2</sub> consumption, reduced growth and physical performance, increased lactate formation, reduced cell-mediated immune reactions, and increased infection rates and increased I-dependent G utilization and I concentrations. IGF-I responses to GH, MCR of GH and in part  $T_4$  and  $T_3$  concentrations were often reduced. Enhanced MCR of recombinant bovine GH (rbGH), a reduced rise of IGF-I in response to rbGH and low basal plasma concentrations of IGF-I, I and often of  $T_3$ , besides metabolic changes (especially of G), may contribute to low average daily gains and reduced feed utilization in markedly Fe-deficient calves.

**Calves Raised for Potential Breeding:** The change from milk to roughage-concentrate diets results in reduced feeding intensity and energy intake and causes metabolic and endocrine changes. After weaning volatile FA (especially acetate) are increasingly utilized for energy and fat synthesis. Furthermore, use of lactate for gluconeogenesis, effects of I on G utilization and utilization of G for fat synthesis and for energy are reduced if calves become true ruminants. Compared with veal calves, calves raised for potential breeding were characterized by lower blood plasma concentrations and reduced or lacking postprandial increments of G, lower I, IGF-I and partly of  $T_4$  and  $T_3$ . Increased concentrations of NEFA, BHBA, globulin, hemoglobin, Fe, and GH. Increased concentrations of NEFA, and decreased concentrations of I, IGF-I,  $T_4$  and  $T_3$  in part likely reflected lower energy intake of calves raised for potential breeding than of veal calves.

#### Literature (Own recent Review Articles)

- BLUM, J. W., (1998): Nutritional, metabolic, endocrine and hematological aspects in suckling, veal and weaned calves. In: *Growth in Ruminants: Basic Aspects, Theory and Practice for the Future* (BLUM, J. W., ELSASSER, T., GUILLOTEAU, P., eds.). Proc. Int. Symp., Univ. of Berne, Switzerland, Aug. 1998, pp. 86-96.
- BLUM, J. W., HAMMON, H., (1999): Pancreatic hormones (insulin and glucagon) in calves: ontogenetic changes and nutritional effects. In: *Biology of the Pancreas in Growing Animals* (PIERZYNOWSKI, S. G., ZABIELSKI R., eds.), Elsevier, Amsterdam. *Developments in Animal and Veterinary Sciences* 28, 27-44.
- BLUM, J. W., HAMMON, H., (1999): Domest. Anim. Endocrinol. 17, 219-230.
- GUILLOTEAU, P., LE HUÉROU-LURON, I., TOULLEC, R., CHAYVIALLE, J. A., ZABIELSKI, R., BLUM, J. W., (1997): J. Vet. Med. A 44:1-23.
- HAMMON, H., BLUM, J. W., (1998): Metabolic and endocrine changes in neonatal calves. In: *Growth in Ruminants: Basic Aspects, Theory and Practice for the Future* (BLUM, J. W., ELSASSER, T., GUILLOTEAU, P., eds.). Proc. Int. Symp., Univ. of Berne, Switzerland, Aug. 1998, pp. 39-48.

\* Abt. für Ernährungspathologie, vet.-med. Fakultät, Univ. Bern, Bremgartenstr. 109a, CH-3012 Bern, Schweiz

**W4. Eine Bestandsaufnahme wichtiger gesundheitlicher Probleme bei Milchkälbern** (Update on important health problems in milk-fed calves). K. Doll\* - Gießen

Kälberkrankheiten stellen auch in der modernen Tierproduktion einen nicht zu unterschätzenden Kostenfaktor dar, wobei die in der Literatur genannten Durchschnittswerte (Mortalität etwa 4 bis 12 % im Zeitraum der ersten 100 Lebenstage) nicht die tatsächliche betriebswirtschaftliche Relevanz dieses Problems widerspiegeln. Denn Krankheitsinzidenz und Letalität können erheblich variieren, und es geschieht immer wieder, dass in manchen Betrieben zeitweise fast jedes Kalb erkrankt, und über die Hälfte davon sterben. Im allgemeinen ist festzustellen, dass die Gefährdung des jungen Kalbes in größeren Herden (> 50 Kühe) höher ist als in kleineren Beständen. Denn neben anderen Einflussfaktoren, wie etwa der oft geringeren Betreuungsintensität und dem erhöhten Infektionsdruck, verhindern die kurz aufeinander folgenden Abkalbungen, dass Infektionsketten von selbst wieder abreissen. In diesem Zusammenhang kommt der adäquaten Kolostrumversorgung sowie der Optimierung der Haltungs- und Fütterungsbedingungen entscheidende Bedeutung zu. Unabhängig von der Produktionsrichtung (Milch/Mast) stehen beim Milchkalb zwei Krankheitskomplexe im Vordergrund:

**1. Durchfallerkrankungen** (Neonatale Diarrhoe oder Neugeborenendiarrhoe). Betroffen davon sind hauptsächlich Kälber in den ersten beiden Lebenswochen. Ursache sind meist Mischinfektionen mit verschiedenen weitverbreiteten Erregern (enterotoxische und enteropathogene *E. coli*, darmpathogene Viren, Kryptosporidien). Entgegen der früher vertretenen Meinung scheinen auch bei der Virus- und Kryptosporidienbedingten Diarrhoe sekretorische Prozesse im Vordergrund zu stehen. Es ist deshalb nicht möglich, den Durchfall durch Nahrungsentzug nennenswert zu beeinflussen. Zum anderen lassen sich die enteralen Verluste bei Kälbern, die noch selbständig Tränke aufnehmen, durch orale Rehydratationstherapie ausgleichen. Dabei müssen die bei einer sekretorischen Diarrhoe auftretenden erhöhten Elektrolytverluste bei der Zusammensetzung dieser oralen Rehydratationslösungen berücksichtigt werden.

**2. Respiratorische Erkrankungen** (Enzootische Bronchopneumonie). Diese treten etwa ab der 3. Lebenswoche zunehmend in der Vordergrund, wobei - ähnlich wie bei den Durchfallerkrankungen - die beteiligten Erreger (insbes. verschiedene Viren, Pasteurellen, *A. pyogenes*, Mykoplasmen), welche man häufig auch auf den Nasenschleimhäuten gesunder Kälber nachweisen kann, zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für das Zustandekommen dieser Erkrankungen darstellen. Unzureichender Immunität, resistenzmindernden Faktoren und infektionsbegünstigenden Haltungsbedingungen kommt auch hierbei entscheidende Bedeutung zu.

**3. Weitere Krankheiten von wirtschaftlicher Bedeutung:** Hier wären zu nennen die insbesondere bei hypogammaglobulinämischen Kälbern nicht seltene Sepsis, Nabelentzündungen, Folgen einer unzureichenden Selenversorgung (insbes. bei Mutterkuhhaltung) sowie die primäre und sekundäre Trinkschwäche, welche hierzulande offenbar hauptsächlich bei DFV-Kälbern, in Frankreich bei den Charolais beobachtet werden. Als Folge davon kommt es zum „Pansenentrinken“ und damit nicht selten zu einem Circulus vitiosus (Pansenazidose, metabolische Azidose, Hyper-/Dyskeratose der Vormagenschleimhaut, Retikuloruminitis), welcher dann das weitere Krankheitsgeschehen bestimmt. Zu unterscheiden ist hiervon das sog. „Pansenentrinker-Syndrom“ das von holländischen Autoren bei Milchmastkälbern beschrieben wurde.

\* Klinik für Wiederkäuer und Schweine (Innere Medizin und Chirurgie), Justus-Liebig-Universität Gießen, Frankfurter Str. 110, D-35392 Gießen

**W5. Besonderheiten der Fütterung beim präruminanten Aufzuchtkalb** (Specialities of feeding the praeruminant raising calf). G. Flachowsky\*, H.-J. Löhner und R. Daenicke - Braunschweig/Jena-Remderoda

Neben der intrauterinen Ernährung hat die Fütterung des präruminanten Kalbes in den ersten Lebenswochen wesentliche Bedeutung für die Gesundheit und die weitere Entwicklung des heranwachsenden Wiederkäuers. Der Erkenntnisfortschritt auf dem Gebiet der Ernährung des präruminanten Kalbes ist beachtlich. Nachfolgend wird auf ausgewählte Aspekte eingegangen.

**Energie-, Nährstoff- und Vitaminversorgung**

Der Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie hat durch Ableitungen von Empfehlungen zur Energie- (GfE 1997) und Proteinvorsorgung (GfE 1999) von Aufzuchtkälbern die Grundlagen zur Umsetzung des aktuellen Wissens in die Fütterungspraxis geschaffen. Bei der Erarbeitung dieser Empfehlungen musste festgestellt werden, dass die Datenbasis relativ gering ist. Das betrifft Untersuchungen zum Energie- und Stoffansatz, zur Höhe der Futteraufnahme und zur Verdaulichkeit der in der Kälberfütterung eingesetzten Futtermittel. In neueren Untersuchungen haben Löhner und Ochrimenko (1997, Tab. 1) verschiedene Sojaquellen als Ersatz von Milchprotein im Milchaustauscher (MAT) getestet. Während sich die Verdaulichkeit von organischer Substanz, Rohprotein und anderen Rohnährstoffen beim Einsatz der Sojaproteinquellen nicht wesentlich verminderte, konnten in den ersten 28 Versuchstagen Minderzunahmen ( $p < 0,05$ ) und eine hohe Durchfallhäufigkeit ermittelt werden. Später traten diese Erscheinungen nicht mehr auf und die Minderzunahmen wurden bis zum 84. Versuchstag weitgehend kompensiert.

**Tabelle 1:** Einfluss unterschiedlicher Proteinquellen im Milchaustauscher auf die scheinbare Verdaulichkeit der Rohnährstoffe (n=4, mittlere Lebendmasse:  $60,8 \pm 4,7$  kg) und die Lebendmassezunahme von Kälbern (n=15, Lebendmasse zu Versuchsbeginn: 42 kg; Löhner und Ochrimenko 1998)

Proteinquelle im MAT	Magermilchpulver	Sojaproteinisolat	Sojaproteinkonzentrat	Sojafeinmehl
Proteinquelle (%)	35	12	15	20
Molkepulver (%)	30	50	52	45
Verdaulichkeit (%)				
Organische Substanz	$96,7 \pm 0,4$	$95,1 \pm 1,2$	$93,9 \pm 1,5$	$92,3 \pm 1,4$
Rohprotein	$98,1 \pm 0,5$	$96,6 \pm 0,8$	$96,0 \pm 1,1$	$94,2 \pm 1,1$
Rohfett	$97,2 \pm 0,3$	$93,5 \pm 2,3$	$95,4 \pm 1,1$	$91,5 \pm 2,0$
Lebendmassezunahme (g/Tag)				
1. - 28. Versuchstag	$617^a \pm 125$	$563^{ab} 105$	$533^{ab} \pm 152$	$475^b \pm 124$
1. - 84. Versuchstag	$885 \pm 124$	$837 \pm 182$	$852 \pm 145$	$806 \pm 143$
Durchfalltage je Gruppe (bis 28. Tag)	7	7	14	30

In Auswertung von 10 Fütterungsversuchen mit insgesamt 315 Kälbern konnten Löhner et al. (1987) zwischen Durchfalldauer und Lebendmassezunahme abnehmende Korrelationskoeffizienten während der Kälberaufzuchtpériode ermitteln ( $r = -0,55; -0,40, -0,39$  für die Aufzuchtschnitte 1.-28.; 29.-56. bzw. 84. Versuchstag). Außer Sojaprotein wurden in den zurückliegenden Jahren auch andere Proteinquellen (z. B. Fischprotein) als Milchproteinersatz sowie der Einsatz von Aminosäuren (Lysin, Threonin) im MAT untersucht. Verschiedene Fettquellen wurden in mehreren Versuchsserien getestet. Neben der Zufuhr von Immunoglobulinen kommt dem Kolostrum auch als Vitaminquelle erstaunliche Bedeutung zu. Das Kalb wird mit relativ niedrigen Vitamin A-Vorräten geboren und ist demnach auf die Vitamin A-Zufuhr über das Kolostrum angewiesen. Bereits zum dritten Gemelk beträgt die Vitamin A-Konzentration nur noch etwa 40% der des Erstkolostrums (Tab. 2). Daraus resultiert, dass eine möglichst hohe Aufnahme von Erstkolostrum angestrebt werden sollte.

**Tabelle 2:** Vitamin A-Konzentration (IE/ml) im Kolostrum und in nachfolgenden Gemelken in Abhängigkeit von der Vitamin A-Gabe an die Milchkühe (Mittel aus 2 Versuchen, n=14, Carotingehalt der Kontrollration: 48 mg/kg T, Flachowsky et al. 1992)

Vitamin A-Gabe	Gemelk Nr.				
	1.	2.	3.	6.	12.
Keine (Kontrolle)	9,1	6,8	3,5	1,9	1,4
+ 70 000 IE/Tag	10,5	7,9	4,5	2,8	2,2
					1,6

#### Nicht essentielle Zusatzstoffe

In den zurückliegenden Jahren erfolgten umfangreiche Untersuchungen zum Einsatz von nicht-essentiellen Zusatzstoffen in der Kälberfütterung. Bedingt durch das teilweise Verbot antibiotischer Zusatzstoffe dominieren in den Versuchen Mikroorganismen (Probiotika), wie z.B. Milchsäurebakterien und *Bacillus*-Arten, aber auch lebende Hefezellen als Zusatzstoffe. Freitag et al. (1998) werteten 15 bzw. 13 Publikationen aus, in denen die Versuchsansteller dem Kälberfutter Milchsäurebakterien bzw. verschiedene *Bacillus*-Arten zusetzten. Als mittlere Mehrzunahme im Vergleich zu unsupplementierten Kontrollgruppen werden 5,2 % bzw. 6,4 % ausgewiesen. Die Mehrzunahmen resultieren meist aus einer geringfügig höheren Futteraufnahme, aber auch aus einer effektiveren Futterausnutzung, so dass der Futteraufwand je kg Zunahme nach Probiotikaeinsatz auch etwas gesenkt wurde (1,3% bzw. 3,3%). In eigenen Untersuchungen mit insgesamt 230 Kälbern konnten über die gesamte Aufzuchtpériode diese Befunde nicht bestätigt werden (im Mittel kein Effekt bei Zunahme, 1% Aufwandsenkung). Gewisse Effekte wurden während der Tränkeperiode erzielt (4,1% Mehrzunahme, 1,0% Aufwandsenkung im Mittel von 5 Versuchen, Daenice und Flachowsky 1999), wobei erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Zusatzstoffen bestanden.

Fütterungsversuche an Kälbern wurden aber auch mit Enzymen, organischen Säuren und deren Salzen sowie verschiedenen Kräutern, ätherischen Ölen und Gemischen aus diesen Substanzen durchgeführt. Die erzielten Ergebnisse sind uneinheitlich. Durch Verabreichung von Eiantikörpern (z.B. 5 g/Tier und Tag ab 2. Lebenswoche) wird versucht, die lokale Immunität zu erhöhen. Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg dieses Weges ist die Kenntnis des spezifischen Erregerstatus im Kälberbestand (Erhard 2000, Osswald et al. 1997).

#### Fütterungsmaßnahmen

Untersuchungsgegenstände auf dem Gebiet der Kälberfütterung waren in den zurückliegenden Jahren vor allem die zweckmäßige Art, Dauer und Menge der Milchtränke bzw. MAT-Gabe, die Zusammensetzung des MAT (Protein- bzw. Fettquellen), das Verhältnis zwischen Grundfutter und Kraftfutter sowie die Grundfutterart und -menge, vor allem in Bezug auf die Vormagenentwicklung und Lebendmassezunahme des Kalbes. Die Fütterung der Kälber und damit die Höhe und die Dauer der Milch- bzw. MAT-Gabe hängt von der zukünftigen Verwendung der Tiere ab. Beispielsweise gibt es verschiedene Hinweise, dass die Beziehungen zwischen Widerristhöhe und Milchleistung der Kuh ( $r=0,41$ ) enger sind als zwischen Körpermasse und Milchleistung ( $r=0,34$ ; Markusfeld und Ezra 1993). Da das Höhenwachstum junger Rinder in den ersten Lebensmonaten (~3,3 cm/Monat) bedeutend größer ist als bei einjährigen Tieren (~1,2 cm/Monat, Barash et al. 1994), sind die Bemühungen verständlich, bei für die Nachzucht vorgesehenen weiblichen Kälbern eine optimale Skelettwicklung bzw. Widerristhöhe anzustreben. Maximale Energieaufnahme, die in den ersten Lebenswochen vor allem über Milch bzw. Milchaustauscher erreicht werden kann, stellt eine Voraussetzung für derartige Entwicklungen dar. Da die hohen Milchgaben zwar zu einem zügigen Wachstum der Tiere führen, die Vormagenentwicklung jedoch deutlich zurückbleibt, ist in Fütterungsversuchen zu prüfen, ob die prognostizierten Wirkungen bei der Milchkuh eintreten. Nach 165 Tagen geschlachtete Bullenkälber von Mutterkühen, die während dieser Zeit überwiegend mit Vollmilch ernährt wurden, nahmen zwar deutlich mehr zu als herkömmlich aufgezogene Tiere (1355 bzw. 1082 g/Tag), das Pansengewicht (3,1 bzw. 4,9 kg) und das Pansenvolumen (17,2 bzw. 27,4 l,  $p<0,05$ ) waren jedoch signifikant geringer (Köhler et al. 1997).

Neben Menge und Dauer der Milchgabe hat auch die Grundfutterquelle Einfluss auf die Vormagenentwicklung. Daenice et al. (1990) fanden am Ende der Tränkeperiode nach Heufütterung eine größere Vormagenmasse (1,07 kg) als nach Einsatz von Mais- bzw. Grassilage (0,96 bzw. 0,83 kg/Tier).

als Grundfutter. Die Pansenzottmasse war bei Heu- und Grassilagefütterung gleich (279 bzw. 280 mg/cm<sup>2</sup>) und bei Vorlage von Maissilage reduziert (233 mg/cm<sup>2</sup>). Teilweise werden auch geringere Milch- oder MAT-Gaben durch erhöhten Kraftfutterverzehr ausgeglichen, so dass nur geringe Zunahmeunterschiede zwischen den Tieren auftreten, die im weiteren Mastverlauf häufig vollständig kompensiert werden. Ein Beispiel aus eigenen Untersuchungen zeigt Tabelle 3.

**Tabelle 3:** Einfluss unterschiedlicher Mengen von Milchaustauscher während der Aufzuchtpériode auf die Lebendmassezunahme männlicher Kälber (Deutsche Holstein, n=14, Lebendmasse zu Versuchsbeginn: 51 kg/Tier, Aufzuchtdauer: 120 Tage, Weitermast bis 550 kg/Tier, Daenice et al. 1998)

Trockensubstanzaufnahme (kg/Tier und Tag)		
Milchaustauscher	29,3	11,5
Kraftfutter	204,9	220,0
Heu	109,2	107,7
Lebendmassezunahme (g/Tier und Tag)		
Aufzucht	859	839
Mast	1160	1187
Gesamtperiode	1082	1096

Nicht-essentielle Futterzusatzstoffe haben unter den Bedingungen einer restriktiven MAT-Gabe besonders stimulierende Effekte auf die Zunahme der Kälber (Löhnert et al. 1988). Allerdings konnten sehr große Zunahmeunterschiede im Ergebnis restriktiver Futtergaben während der Kälberaufzuchtpériode (z.B. 472 bzw. 854 g/Tag über 136 Versuchstage) bis zum Mastende (482. Versuchstag) nicht mehr vollständig kompensiert werden (Flachowsky et al. 1996).

Die Fütterung der Milchkälber sollte auf Gesundheit und Vitalität ausgerichtet sein. Die Intensität der Fütterung hängt vor allem von der weiteren Nutzung (Kälbermast, angestrebte Endmasse bei der Rindermast, angestrebtes Erstkalbfehler bei der Junggrinderaufzuchtpériode) der Tiere unter Berücksichtigung nährstoffökonomischer und ökonomischer Daten im gesamten Nutzungszeitraum ab.

#### Literatur

- BARASH, H., BAR-MEIR, Y., BRUCKENTAL, I. (1994). Livestock Prod. Sci. 39:263-270  
 DAENICKE, R., FLACHOWSKY, G. (1999). Proc. 7. Symp. „Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier“, 23./24. 9., 1999, Jena (im Druck)  
 DAENICKE, R., LEBZIEN, P., BÖHME, H. (1998). Proc. 49<sup>th</sup> EAAP Annual Meeting, Warzawa, 24.-27.8. 1998, Session NSC 4.11.  
 DAENICKE, R., ROHR, K., FARRIES, E. (1990). Proc. 102. VDLUFA-Kongreß, 105  
 ERHARD, M. (2000). Proc. Soc. Nutr. Physiol. 9: (im Druck)  
 FLACHOWSKY, G., BUGDOL, M., LÖHNERT, H.-J., RICHTER, G.H. (1996). J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 76: 9-21  
 FLACHOWSKY, G., WILK, H., LÖHNERT, H.-J., OCHRIMENKO, W. (1992). J. Appl. Anim. Res. 2: 39-46  
 FREITAG, M., HENSCHKE, H.-U., SCHULTE-SIENBECK, H., REICHELT, B. (1998). Kritische Betrachtung des Einsatzes von Leistungsförderern in der Tierernährung, Forschungsberichte des Fachbereiches Agrarwirtschaft Soest, Nr. 8:199 S.  
 GfE (1997). Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6: 201-216  
 GfE (1999). Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 155-164  
 KÖHLER, P., KALLWEIT, E., HENNING, M., FLACHOWSKY, G. (1997). Züchtungskunde 69: 254-267  
 LÖHNERT, H.-J., OCHRIMENKO, W. (1997). Proc. 109. VDLUFA-Kongreß, 15.-19.9. 1997, Leipzig: 263-266  
 LÖHNERT, H.-J., SCHRUMPF, F., FLACHOWSKY, G., HENNIG, A. (1987). Tierzucht 41: 160-169  
 MARKUSFELD, O., EZRA, E. (1993). J. Dairy Sci. 76: 3771-3778  
 OSSWALD, K., SCHUBERT, R., FLACHOWSKY, G. (1997). Proc. 6. Symp. „Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier“, 24./25. 9., 1997, Jena: 490-493

\* Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

**W6. Entwicklung der Speichelsekretion in der frühen postnatalen Phase beim Kalb**  
(Development of salivary secretion in calves during early postnatal life). G. Breves\*, M. Goll, R. Daenicker und B. Schröder – Hannover/Braunschweig

Die hohe Sekretionsrate von anorganischem Phosphat ( $P_i$ ) mit dem Speichel ist eine der grundlegenden Besonderheiten der  $P_i$ -Homöostase beim Wiederkäuer. Sie wird bedingt durch die hohe Speichelflußrate und die Fähigkeit der Speicheldrüsen,  $P_i$  gegenüber dem Plasma um das 6 - 10fache zu konzentrieren. Die endogene  $P_i$ -Sekretion sichert die für mikrobielle Stoffwechselleistungen erforderliche  $P_i$ -Verfügbarkeit und ist somit ein essentieller Faktor für den unbeeinträchtigten Vormagenstoffwechsel. Bislang liegen keine eindeutigen Befunde vor, ob die Speichelzusammensetzung durch gerichtete Veränderungen in den ersten Lebenswochen gekennzeichnet ist. Es war daher Ziel des Versuchsvorhaben, die Speichelzusammensetzung als Funktion der Fütterung und der Zeit in den ersten 7 Lebenswochen zu untersuchen.

Für die Versuche standen 12 weibliche Kälber der Rasse „Deutsche Schwarzbunte“ zur Verfügung, die in Einzelboxen mit Strohinstreu gehalten wurden. Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn den Gruppen I und II zugeordnet, das mittlere Körpergewicht betrug in beiden Gruppen 43,8 kg. Die Tiere der Gruppe I erhielten 2 x täglich je 300 g Milchaustauscher in 3 l körperwarmem Wasser. Heu, Kraftfutter und Wasser standen ad libitum zur Verfügung, wobei die tägliche Kraftfuttermenge auf 2 kg/Tag begrenzt war. Die Kälber der Gruppe II erhielten 1 x täglich 500 g Milchaustauscher, und ihnen standen ab dem ersten Versuchstag Kraftfutter und Wasser ad lib. mit einer auf 2 kg begrenzten Kraftfuttermenge zur Verfügung. Von allen Tieren wurden ab dem ersten Versuchstag 3 x wöchentlich Blutproben aus der V. jugularis und Speichelproben mittels eines kurzfristig in die Backentasche eingeführten Tupfers gewonnen. Aufgrund der Lokalisation der Speichelgewinnung wurde davon ausgegangen, daß das gewonnene Sekret überwiegend Parotisspeichel repräsentiert. Aus den Blutproben wurde Plasma gewonnen, der Speichel wurde für 20 min bei 40.000 g und 4°C zentrifugiert. Der Überstand wurde für die weitere Analytik abgenommen.

In beiden Versuchsgruppen blieben die  $P_i$ -Konzentrationen im Plasma mit Werten zwischen 2 und 2,5  $\text{mmol l}^{-1}$  nahezu konstant. Im Speichel wiesen sie jedoch ein charakteristisches zeitliches Profil auf. Dabei waren die  $P_i$ -Konzentrationen im Speichel in den ersten 3 Lebenswochen nur geringfügig höher als im Plasma und wiesen ab der 3. Versuchswöche Konzentrationszunahmen bis auf Werte von 8 - 10  $\text{mmol l}^{-1}$  auf. Die  $\text{Na}^+$ - und  $\text{K}^+$ -Konzentrationen zeigten tendenziell entgegengesetzt gerichtete zeitliche Veränderungen mit Zunahmen der  $\text{Na}^+$ - und entsprechenden Abnahmen der  $\text{K}^+$ -Konzentrationen. Im Plasma zeigten weder die  $\text{Na}^+$ - noch die  $\text{K}^+$ -Konzentrationen statistisch absicherbare zeitliche Veränderungen.

Aus den Versuchsergebnissen ist abzuleiten, daß die Konzentrationsfähigkeit der Speicheldrüsen eine Funktion ist, die sich erst in den ersten 3 - 4 Lebenswochen entwickelt. In weiteren Untersuchungen ist zu prüfen, ob dieses zeitliche Profil eine Beziehung zur Entwicklung des Vormagensystems aufweist, und welches die dabei relevanten physiologischen Regulationsfaktoren sind.

\*Physiologisches Institut, Tierärztliche Hochschule, Bischofsholer Damm 15/102, D-30173 Hannover

**W7. Untersuchungen zum Sulfatgehalt in Milchaustauschern (und Molkenprodukten) und seiner Bedeutung für die Kotbeschaffenheit bei Kälbern** (Investigations on sulfate concentration in milk replacers and dried whey products and its effect on feces composition in calves). J. Kamphues\*, Monika Stolte, Astrid Tschentscher und P. Rust – Hannover

Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung war die Frage nach möglichen Mechanismen einer Auslösung von Durchfällen bei Kälbern nach Einsatz bestimmter asche- und mengenelementreicher Milchaustauscher (KAMPHUES et al. 1999). Diese Arbeiten belegten eindeutig negative Effekte der verwendeten asche- (und molke-) reichen Milchaustauscher (MAT) auf die Kotqualität (bis hin zu wässrigen Durchfällen), ergaben jedoch keine schlüssige Erklärung für die Störungen, da eine vergleichbar hohe Mengenelementaufnahme (Zulage von Mengenelementverbindungen zu einem verträglichen MAT) eben nicht zu Durchfall führte. Vor diesem Hintergrund erfolgte eine systematische Überprüfung von Milchaustauschern (und verschiedener darin enthaltener Komponenten wie Molkenpulver) auf den Sulfatgehalt sowie des möglichen Einflusses variierender Sulfataufnahmen auf die Kotbeschaffenheit bei sehr jungen Kälbern.

Für die Untersuchungen auf den Sulfatgehalt standen zum einen Rückstellschema der in früheren Ver- suchen verwendeten Milchaustauscher und Komponenten zur Verfügung, zum anderen wurden zur Qualitätskontrolle eingesandte Proben von Milchaustauschern und Molkenprodukten sowie diverse „Feldproben“ ebenfalls auf den Sulfatgehalt untersucht.

Die Sulfat-Bestimmung erfolgte gravimetrisch unter Verwendung von  $\text{BaCl}_2$ , d.h. nach Ausfällung als  $\text{BaSO}_4$ . Die übrigen Parameter wie Rohnährstoff- sowie Mengenelementgehalte wurden nach Standardverfahren der Futtermitteluntersuchung (Weender Analyse; Ca, Mg: atomabsorptionsspektrometrisch; Na u. K: flammenphotometrisch; P: colorimetrisch nach Vanadat-Molybdat-Methode) untersucht. Für die Fütterungsversuche standen 14 männliche Kälber (direkt nach der Kolostrumphase) der Rasse Deutsche Schwarzbunte zur Verfügung, die nach ca. einwöchiger Adaptation einzeln gehalten wurden (einstreulös, ohne Kraft- und Rauhfutter, Aqua dest. ab dem 10. Lebenstag ad libitum). Mittels den Anus direkt umschließender Plastiktüten wurde der Kot gesammelt und in entsprechendem Aliquot der TS-Gehalt und andere Parameter bestimmt.

Die Körpermasse (KM) der Kälber bei Versuchsbeginn variierte zwischen 38 und 59 kg. Richtwert

für die tägliche Tränkemenge waren 10 % der KM bei einer Konzentration von 125 g MAT-Pulver

je l. Die Tränke wurde grundsätzlich auf 3 Mahlzeiten je Tag verteilt (verabreicht als Warmtränke in Eimern mit Saugern). Die Variation des Sulfatgehalts in der Milchaustauschertränke erfolgte über

differierende Anteile eines sulfatreichen Molkenprodukts, aber auch über die Zulage von  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  und

$\text{MgSO}_4$  (85 : 15 %). Nach Analyse von 13 Milchaustauscher- bzw. 14 Molkenproduktproben variierte der Sulfat-Gehalt in Milchaustauschern zwischen 2,2 und 6,7 g/kg Trockensubstanz (TS), in Molkenprodukten zwischen 1,4 und 41,8 g/kg TS. Höhere S-Gehalte in diesen Produkten waren im wesentlichen bedingt durch hohe Sulfatgehalte. Bei niedrigen bis moderaten  $\text{SO}_4$ -Konzentrationen in der Tränke variierte die sb. Verdaulichkeit von Sulfat um Werte von 75-90 %, bei hoher  $\text{SO}_4$ -Aufnahme um 55-75 %. Bei Analyse der in früheren Fütterungsversuchen (TSCHENTSCHER 1998) eingesetzten Milchaustauscher, die bei Kälbern zu Durchfall geführt hatten, wurden unerwarteterweise Sulfatgehalte von 16,3 bzw. 10,2 g/kg TS ermittelt. In vorliegenden Versuchen ergab sich bei Sulfatgehalten von 260 bis 2250 mg/l Tränke eine hochsignifikante Korrelation von  $r = -0,84$  für die Beziehung zwischen Sulfat-Konzentration in der Tränke und dem TS-Gehalt im Kot der Kälber.

Vorliegende futtermittelkundliche Untersuchungen und Ergebnisse aus Fütterungsversuchen mit Kälbern dokumentieren erstmalig die Bedeutung des Sulfatgehaltes als Parameter bei der Qualitätskontrolle von Milchaustauschern und Molkenprodukten für die Beurteilung ihrer Verträglichkeit.

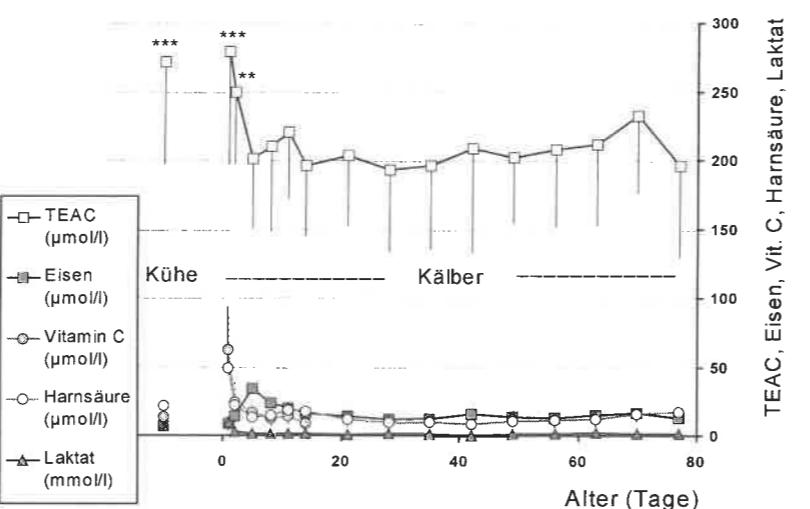
(1) KAMPHUES, TSCHENTSCHER u. COENEN (1999): Dtsch. Tierärztl. Wschr. 106, 41-46

\* Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover

**W8. Antioxidativer Status des Milchkalbes** (Antioxidative status of calves). M. Stohrer\*, Siglinde Lutz, M. Stangassinger – München

Der Antioxidative Status ist beim Menschen ein wichtiger Faktor für die Krankheitsanfälligkeit von Säuglingen, wobei Frühgeborene besonders empfindlich gegen Sauerstoffradikale sind, da ihr antioxidatives System noch nicht voll entwickelt ist. Über die antioxidativen Systeme und deren Bedeutung bei neugeborenen Tieren liegen nur wenige Untersuchungen vor.

Um den antioxidativen Status von Milchkalbern zu charakterisieren, wurden die TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity), einzelne Antioxidantien sowie weitere relevante Parameter in Blutseren von Kühen und ihren Kälbern sofort nach der Geburt sowie wiederholt in einem Zeitraum von 11 Wochen gemessen:



\*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$  signifikante Differenzen der Mittelwerte im Vergleich zum Normalbereich der Kälber (Mittelwert aus den Werten der Tage 21 bis 56), Dunn's Multiple Comparisons Test

Unmittelbar nach der Geburt war der antioxidative Status der Kuh ( $0,272 \pm 0,074$  mmol/l TEAC im Blutserum,  $n = 19$ ) und der Kälber ( $0,280 \pm 0,082$  mmol/l TEAC im Blutserum,  $n = 19$ ) praktisch identisch. Während der ersten Lebenswoche nahm die Verfügbarkeit an Antioxidantien (wie z. B. Vitamin C und Harnsäure) beträchtlich ab ( $0,201 \pm 0,050$  mmol/l TEAC am fünften Lebenstag,  $n = 19$ ) und blieb auf diesem erniedrigten Niveau über den gesamten Untersuchungszeitraum.

Die Ursachen für die Verschlechterung des Antioxidativen Status können Ischämie-Reperfusions-Folgeschäden des Geburtsvorganges (hoher Laktatspiegel im Blut nach der Geburt) sein, oder in einem erhöhten Antioxidantienverbrauch durch die katalytische Wirkung von prooxidativem  $Fe^{2+}$  liegen, das im Verlaufe des Abbaues des fetalen Hämoglobins während der ersten Lebenstage freigesetzt wird. Es bleibt zu prüfen, ob eine Verbesserung der Antioxidantienversorgung von Kühen und neugeborenen Kälbern die Ausbildung von sauerstoffradikal-induzierten Erkrankungen (z.B. der Weißmuskelkrankheit) verhindern kann.

\* Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Universität München, Veterinärstr. 13, D-80539 München

**W9. Gestörter Saugreflex bei neugeborenen Kälbern: Selen-Mangel ?** (Selenium-Induced Suckling Failure in Newborn Calves). Richard Eicher\*, Lorenz Metzger und Johannes Martig – Bern/Wattwil

Einige der häufigsten neonatalen Erkrankungen (Hypoxie, Durchfall, Pansentrinken) werden von einer systemischen Azidose begleitet, die in der Regel einen reduzierten Allgemeinzustand verursacht. Diese schwachen Kälber zeigen meistens sekundär einen reduzierten oder sogar fehlenden Saugreflex. Wenn die Primärerkrankung erfolgreich behandelt werden kann, normalisiert sich der Saugreflex in der Regel rasch, und die Kälber können sich normal entwickeln. Manchmal wird aber ein gestörter Saugreflex bei klinisch gesunden Kälbern beobachtet, die an keiner offensichtlichen Erkrankung leiden. Dieses Syndrom ist daher schwieriger zu behandeln und die Kälber weisen ein erhöhtes Risiko von iatrogenen Erkrankungen wie Aspirationspneumonie oder Pansenazidose auf. Wenn diese Kälber nicht verenden, zeigen sie häufig eine verlängerte Rekonvaleszenz und reduzierte Wachstumsraten, die erhebliche Verluste zur Folge haben.

Während der Winterfütterungsperiode wurden mehrere Tiere aus Betrieben mit ähnlicher Symptomatik überwiesen: Nach normaler Tragezeit wurden die Kälber mit normalem Gewicht problemlos geboren. Trotz ungestörtem Allgemeinzustand zeigten eine Mehrheit dieser Kälber einen stark herabgesetzten bis vollständig fehlenden Saugreflex. Die Tiere gehörten der Braunvieh- oder Fleckviehrasse (Simmental/Red Holstein-Kreuzungen) an. Einige Kälber starben schnell, andere wurden einer 3-7-tägigen symptomatischen Therapie unterzogen.

Eine Sektion wurde bei mehreren Kälbern von verschiedenen Betrieben durchgeführt. Es konnte keine Diagnose gestellt werden und ein präziser Grund für den gestörten Saugreflex war nicht zu eruieren. Insbesondere wies keines der sezierten Kälber Symptome einer Muskeldystrophie oder einer Pansenazidose auf. In drei Fällen wurde eine detaillierte Bestandesuntersuchung durchgeführt. Unter anderem wurde die Fütterung der Galtkühe inkl. Mineralstoffbilanz sowie die Haltung und Fütterung der neonatalen Kälber untersucht. Keine systematischen Fehler oder Imbalanzen konnten gefunden werden. In verschiedenen Betrieben wurden Blutproben der Kälber in der Risikoperiode entnommen und hämatologisch/biochemisch untersucht. Zusätzlich zum Routine-Profil wurde die Selenkonzentration im Serum bestimmt. Die Selen-Werte waren bei 3 Kälbern unter der Nachweisgrenze und bei den anderen sehr tief.

Aufgrund dieser Befunde bekamen alle neugeborene Kälber Vit.E/Selen-Injektionen an den Tagen 1 und 10 sowie Selen per os. Zusätzlich wurde den Galtkühen eine Selen-reiche Mineralstoffmischung verabreicht. Nach Beginn dieser prophylaktischen Massnahmen wiesen alle Kälber in diesen Betrieben einen normalen Saugreflex auf und keine weitere Krankheit wurde mit einer erhöhten Inzidenz beobachtet.

Bei Kontrolluntersuchungen in der entsprechenden Periode im darauffolgenden Winter wurden in den selben Betrieben keine Probleme mehr festgestellt. Alle untersuchten Kälber zeigten normale Selenkonzentrationen im Serum.

Trotz des auffälligen Übereinstimmens der Beobachtungen in den untersuchten Betrieben müssen die Resultate vorsichtig interpretiert werden, da solche Interventionsstudien praktisch nicht standardisierbar sind und da sich die Betriebe in verschiedener Hinsicht voneinander unterscheiden. Die klinische Antwort und die Laboranalysen deuten aber darauf hin, dass ein Syndrom von fehlendem Saugreflex bei klinisch gesunden Kälbern mit einem Selen-Mangel assoziiert werden kann. Der pathophysiologische Mechanismus bleibt hypothetisch, aber eine lokalisierte Muskelschwäche im Bereich der Zunge und der retropharyngealen Region wurde postuliert. Beim gehäuften Auftreten von Störungen des Saugreflexes sollte die Selen-Versorgung überprüft werden und allfällige Mangelzustände unbedingt korrigiert werden.

\* Universität Bern, Klinik für Nutztiere und Pferde, Bremgartenstr. 109a, CH-3012 Bern

**W10. Einfluss der Tränketemperatur auf die Entwicklung von Kälbern** (Effect of milk temperature on the development of calves). H.-J. Laue\* und J. Meyer – Kiel/Österrönfeld

Üblicherweise wird Flüssigfutter an die Kälber annähernd mit Körpertemperatur verabreicht. Alternativ gibt es das sogenannte Kalttränkeverfahren mit Sauertränke. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollte geprüft werden, welchen Einfluss die Tränketemperatur auf die Gewichtsentwicklung von Kälbern hat, wenn die Milch über einen Tränkeautomaten verabreicht wird und somit die Tagesmenge von 6 l auf maximal 1.6 l/Besuch aufgeteilt ist.

Für die Untersuchung standen 42 rotbunte Kälber zur Verfügung, die nach Geschlecht und Alter in zwei Fütterungsgruppen unterteilt wurden. Die Unterbringung auf Stroh erfolgte in zwei benachbarten Buchten, so dass ein Einfluss des Stalles auf die Versuchsergebnisse weitgehend ausgeschlossen werden kann. Der eingesetzte Tränkeautomat bot die Möglichkeit, die im Vorratstank mit ca. 17 °C gelagerte Milch im 1. Abrufstand direkt zuzuteilen, dagegen im 2. Stand nach Passage eines Durchlauferwärmers mit ca. 37 °C zu verabreichen. Das Fütterungsregime und die Zusammensetzung des Beifutters waren für beide Gruppen identisch.

Die Tabelle enthält die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit (Mittelwerte und Standardabweichungen):

Tierzahl	n	Gruppe K (17 °C)	Gruppe W (37°C)
Anfangsgewicht	kg	46.7 (10.0)	46.7 (10.3)
Endgewicht	kg	83.4 (7.3)	85.5 (12.9)
Versuchsdauer	Tage	48 (18)	50 (18)
Tageszunahmen	g	814 (184)	843 (256)
Mittl. Milchverzehr	kg/Tag	3.4 (-)	3.7 (-)
Mittl. Kraftf.verzehr	kg/Tag	0.9 (-)	1.0 (-)
Mittl. Rauhf.verzehr	kg/Tag	0.5 (-)	0.4 (-)

Wie zu erkennen, ist die Einteilung der Gruppen nach Gewicht recht gut gelungen. Das hohe Anfangsgewicht zeigt aber auch, dass die Kälber bei Versuchsbeginn schon relativ alt waren, nämlich ca. 4 Wochen. Die Tageszunahmen liegen mit über 800 g auf einem für die Aufzucht hohen Niveau. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist gering. Die Kälber der Warmgruppe haben zwar tendenziell eine um 31 g höhere Zunahme erreicht, verzehrten aber im Mittel auch um 0.3 kg mehr Milch und um ca. 100 g mehr Kraftfutter je Tag.

Insgesamt legen die Ergebnisse den Schluss nahe, dass die Tränketemperatur unter den Bedingungen der Automatenfütterung nur einen geringen Einfluss auf die Entwicklung der Kälber hat. Die über den Tag verteilten kleineren Milchportionen können offensichtlich mit Abfallwärme des Stoffwechsels temperiert werden. Auch bezüglich der Tiergesundheit bestanden keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Möglicherweise ist die Milchaufnahme über den Nuckel so langsam, dass die Milch trotz der durch die niedrige Temperatur verzögerten Milchgerinnung ausreichend gerinnt.

Zu beachten ist, dass im Versuch eine Tränketechnik mit relativ hohem Saugwiderstand genutzt wurde. Fraglich ist, ob diese Ergebnisse auf übliche Automaten mit niedrigem Saugwiderstand übertragen werden können.

\* Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp 11, D-24783 Oстerrönfeld

**Autorenverzeichnis**

Nachname, Vorname	Beitragsnummer
Abdoun, K.	97
Abel, Hj.	62
Ader, P.	99
Agunbiade, J. A.	74
Alert, H.-J.	57
Amad, A.	82
Amtsberg, G.	33
Andrásofszky, Emese	18
Arnold, R.	17, 41
Aschenbach, J. R.	98
Aschfalk, A.	66
Baidoo, S. K.	103
Bargholz, J.	45
Baumann, F.	84
Baumgartner, J.	48
Beck, Margitta	37
Becker, K.	110
Berry, N. R.	78
Bersényi, A.	18
Berta, Erzsébet	18
Beynen, A. C.	93
Bhatia, S. K.	99
Blöck, M.	98
Blum, J. W.	W2, W3
Böhme, F.	41
Boldt, Ernst	57
Borchert, F.	75
Böttcher, A.	100, 101
Brändli-Baiocco, Annamaria	52
Breves, G.	94, 95, 96, W6
Čerešňáková, Z	85, 105
Chakeredza, S.	107

Chang, J. 17  
Chrenková, M. 85  
Chrobok, C. 1, 35  
Chudaske, Christine 109  
Coenen, M. 1, 12, 35  
Cossa, J. 2

Daenicke, R. 44, W5, W6  
Dänicke, S. 32  
Danikowski, Stephanie 71  
Daywes, J. R. 57  
Devaud, Anne 56  
Dickel, T. 89  
Dietrich, Corina 58  
Dittrich, A. 20  
Dobenecker, Britta 88  
Dohme, Frigga 90  
Doll, K. W4  
Dreschel, H. 37  
Drochner, W. 11, 19, 58, 59, 60, 66, 89  
Dusel, G. 32, 103

Eber, S. 88  
Eckstein, F. 112  
Eder, K. 23, 28  
Eichenberger, Barbara 26  
Eicher, R. W9  
Eidelsburger, U. 42, 43  
Elnif, J. Übersichtsreferat  
Engelmann, Daniela 71  
Engelrech, St. 51  
Erdin, D. 80  
Erhard, M. H. 54, W1  
Escherich, J. 16  
Estermann, B. L. 80

Faßmann, C. 30  
Fekete, S. 18  
Fischer, Alexandra 13  
Fischer, K. 27  
Flachowsky, G. 22, 36, 61, 67, 71, 102, W5

Foltz, M. 14  
Frank, T. 4  
Frömling, M. 104  
Funk, G. 21  
Fürrl, B. 114  
Fürrl, M. 21, 114

Gäbel, G. 98  
Gabel, M. 108  
Garza, F. 44  
Gasser, J. 50  
Geißler, Ch. 25, 51  
Gierus, M. 6  
Gläser, Karola 24, 26  
Glodek, P. 27  
Göbel, Sandra 34  
Goll, M. W6  
Gollnisch, Karen 31, 67  
Gregory, P. 30  
Grgus, Z. 3, 75  
Grela, E. 42  
Gropp, J. M. 20, 47, 51, 57  
Gruber, T. 48  
Gutzwiller, A. 52

Haaker, K. 21, 114  
Hackl, W. 37  
Halle, Ingrid 36, 71  
Hammer, R. 69  
Hammon, H. M. W2, W3  
Häni, H. J. 52  
Harmeyer, J. 1, 35  
He, J. M. 7, 15  
He, M. L. 17  
Hebeler, Diane 33, 46  
Heinze, A. 9  
Heisler, Karen 72  
Heller, O. 5  
Henkelmann, R. 17  
Hennig, U. 37  
Herrmann, W. 19  
Hoffmann, E. M. 110

Höltershinken, M.	12	Kreuzer, M.	65, 78, 80, 90
Holthausen, A.	77	Kroupova, V.	16
Hoppe, P. P.	43	Kudritzki, J.	101
Hörmann, P.	112	Kuhla, S.	29
Hric, I.	106	Kulla, S.	33
Hullár, I.	18	Kursa, J.	16
Iben, Christine	48	Lattemann, Doris	36
Immig, Irmgard	62	Laue, H.-J.	W10
Jadamus, Anke	34	Lebzien, P.	22, 61, 102, 106
Jahn, Bettina	73	Lee, C. W.	39, 83
Jahreis, G.	22	Leiterer, M.	9
Jakobsen, Kirsten	49, 53	Leitgeb, R.	84
Jamroz, Dorota	55	Leonhard-Marek, S.	95, 96
Jensen, S. K.	49, 53	Liebert, F.	39, 76, 81, 82, 83
Jeremic, D.	84	Liesegang, Annette	50
Jeroch, H.	2, 32, 38, 91, 103	Lin, X. L.	17
Jung, V.	112	Löhnert, H.-J.	25, 45, W5
Kádár, I.	18	Loose, Kerstin	61, 67
Kaiser, Ehrengard	64	Lukas, Monika	86
Kallus, Britta	106	Luley, S.	16
Kamphues, J.	30, 33, 46, 72, 104, W7	Lutz, Siglinde	W8
Keller, S.	59	Maaß, D.	40
Kettler, Susanne I.	70	Machmüller, Andrea	65, 90
Kienzle, Ellen	4, 88	Mahardika, I. G.	86
Kirchgeßner, M.	6, 7, 15	Männer, K.	23
Kirchheim, U.	25	Marquart, Bettina	111
Klein, Monika	29	Martens, H.	92, 97, 100, 101
Klimaczewski, Alexandra	14	Martig, J.	W9
Klos, K.	57	Matras, J.	42
Kluge, H.	32, 91	Matthé, Angelika	102
Klünter, Anna-Maria	56	Matthes, S.	67
Kneissel, Michaela	50	Metzger, L.	W9
Kraft, Jana	22	Meulen ter, U.	107, 113
Kraft, W.	8	Meyer, J.	W10
Krasucki, W.	42	Möckel, P.	22
Kratz, R.	27	Most, Erika	10, 13, 109
Krause, Renate	64	Mroz, Z.	42
Krawielitzki, K.	108	Muetzel, S.	110
Krennrich, G	43	Müller, A.	5, 14
		Müller, H.-M.	19

Müller, W.	66	Scheeder, M. R. L.	24, 26
Ndlovu, L. R.	107	Scheidemann, C.	58
Neumann, O.	86	Schenkel, H.	11
Nier, Bettina	13	Schierle, J.	56
Ochrimenko, W. I.	45	Schindler, Anne	20
Oloffs, Kerstin	2, 38	Schlachter, M.	112
Ombabi, A.	63	Schlegel, P. O.	80
Osakwe, I.	66	Schmidt, M.	Übersichtsreferat
Ott, Helga	11	Schmidt, R.	5
Oumer, N.	81	Schmidt, Th.	108
Özpinar, H.	54	Schollenberger, Margit	19
Pabst, K.	62	Schöne, F.	9
Pallauf, J.	5, 10, 13, 14	Schonewille, J. Th.	93
Petersen, Y.	Übersichtsreferat	Schröder, B.	94, 95, 96, W6
Pfeffer, E.	3, 75, 77	Schulz, E.	27
Philipp, Petra	98	Schumacher, Annette	47, 51
Pietrzak, Tanja	111	Schwarz, J. F.	6, 40, 106
Pietzsch, Silke	99	Schweigel, Monika	92, 100, 101
Praechter, C.	94, 95	Seeser, Birgit	69
Rade, Claudia	46	Shannak, S.	79
Rambeck, W. A.	8, 16, 17, 41, 112	Simon, O.	23, 31, 34
Ranz, D.	8	Sliwinski, B. J.	65
Richter, V.	21	Soliva, Carla R.	65
Riegger, C.	112	Sommer, A.	85, 102, 105
Rimbach, G.	10	Souffrant, W. B.	29
Rimbach, M.	76	Spiekers, H.	87
Riond, J.-L.	50	Sporleder, H. P.	1, 35
Rodehutscord, M.	3, 75, 77, 87	Stangassinger, M.	68, 69, W1, W8
Roser, U.	86	Steinberg, W.	56
Roth, F. X.	73	Steingaß, H.	58, 59, 60, 66, 89
Rothländer, Meike	108	Stohrer, M.	68, 69, W8
Roth-Maier, Dora A.	70	Stölken, B.	37
Rust, P.	12, W7	Stoll, P.	52
Sagredos, A.	23, 53	Stolte, Monika	W7
Sallmann, H.-P.	72	Südekum, K.-H.	63, 79, 87, 89
Sangild, P. T.	Übersichtsreferat	Susenbeth, A.	74, 79, 86, 89
Schäfer, K.	23	Süß, A.	17
		Sutter, F.	78, 80, 90
		Szakacs, J.	102
		Tabeling, R.	30
		Tafaj, M.	60

Taube, F.	63
Tischendorf, F.	22
Trimborn, M.	77
Tschentscher, Astrid	W7
Ungerer, T.	113
Ursprung, Riccarda	50
Vahjen, W.	31, 34
Venner, M.	12
Vervuert, I.	1, 12, 35
Voigt, J.	108
Wagner, Elisabeth	48
Walter, A.	10
Wanner, M.	50
Weber, P.	112
Wedemeyer, U.	1, 35
Wehr, U.	112
Weigand, E.	109
Weigand, G.	5
Weiβ, Kirsten	64
Wenk, C.	24, 26
Wertelecki, T.	55
Wichert, Brigitta	4
Wientarsih, I.	113
Windisch, W.	7, 15
Winkenwerder, Frauke	33
Wolf, Petra	104
Wolffram, S.	99
Zacharias, B.	11
Zentek, J.	33, 111
Zeyner, Annette	20
Žitňan, R.	85, 105