

# Einfluss der Energieversorgung vor und nach der Abkalbung auf die Stoffwechselsituation von Milchkühen – Teilbereich Produktionsdaten

M.URDL, L. GRUBER, A. SCHAUER, T. GUGGENBERGER, G. MAIERHOFER, J. HÄUSLER und A. STEINWIDDER

## Einleitung und Fragestellung

Die Fütterung der Milchkühe in der Hochträchtigkeit hat nicht nur auf das fötale Wachstum, sondern als Folge des Trächtigtkeitsanabolismus auch entscheidenden Einfluss auf die Milchleistungskriterien, Gesundheit und Fruchtbarkeit in der Folgelaktation (KIRCHGESSNER et al. 1995). Da zu Laktationsbeginn auf Grund der stark ansteigenden Milchleistung häufig ein Energiedefizit auftritt, werden Körperreserven mobilisiert, um die mangelnde Energieversorgung wettzumachen. Daher bestand lange Zeit die Ansicht, durch überhöhte Energieversorgung in der Spätlaktation und Hochträchtigkeit zusätzliche Körperreserven anzulegen, die das Energiedefizit in der Folgelaktation abschwächen sollten.

In verschiedenen Versuchen konnte kein eindeutiger Einfluss einer erhöhten Energieversorgung *präpartum* auf Futtermittelaufnahme und Milchleistung festgestellt werden (JOHNSON und OTTERBY 1981, BOISCLAIR et al. 1986, GARNSWORTHY und HUGGETT 1992). Allerdings zeigen viele Experimente, dass eine überhöhte Energieversorgung in der Trockenstehzeit Stoffwechselprobleme verursachen und die Futtermittelaufnahme in der Folgelaktation vermindern kann (LODGE et al. 1975, GARNSWORTHY und TOPPS 1982, TRACHER et al. 1986, GARNSWORTHY

und JONES 1987, JONES und GARNSWORTHY 1989, HOLTER et al. 1990, GARNSWORTHY und JONES 1993, SCHWARZ et al. 1995). Die Stoffwechselbelastung beruht auf den im Zuge der Fettmobilisation auftretenden toxisch wirkenden Ketokörpern und weiteren Metaboliten (freie Fettsäuren,  $\beta$ -Hydroxybutyrat, Azetazetat, Azeton), welche Ketose auslösen. Des Weiteren zeigen Untersuchungen von KUNZ et al. (1985), dass vor allem mangelnde Energieversorgung nach der Abkalbung den Stoffwechsel stark belastet.

Im vorliegenden Projekt sollte daher der Einfluss mangelnder und überhöhter Energiezufuhr gegenüber normgerechter Versorgung vor und nach der Abkalbung auf Produktionsdaten, Stoffwechsel, Milchqualität und Körperzusammensetzung von Milchkühen geprüft werden. Diese Frage ist für die Milchviehhalter von großer betriebswirtschaftlicher Bedeutung. Denn die Stoffwechselerkrankungen führen zu empfindlichen Leistungsminderungen, Fruchtbarkeitsstörungen, überhöhten Tierarztkosten, geringerer Nutzungsdauer und Tierverlusten. All diese Faktoren vermindern die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion. Weiters ist auch die Frage der Nährstoffökonomik von Interesse. Was kostet die Bildung von Körperreserven in der Trockenstehzeit? Soll der Nährstoffbedarf nach der Abkalbung unter allen Umständen (d.h. mit teuren Rationskomponen-

ten) gedeckt werden oder ist auch eine kostengünstigere Fütterung ohne gravierende Stoffwechselbelastung möglich?

## Material und Methoden

Der Versuchszeitraum umfasste 12 Wochen (84 Tage) vor bis 15 Wochen (105 Tage) nach der Abkalbung. Die Gruppen unterschieden sich hinsichtlich der Energieversorgung (75, 100 und 125 % des Bedarfes nach GEH 1986, *Tabelle 1*), wobei Nach- und Wechselwirkungen der Fütterung vor der Abkalbung auf Parameter der Milchleistung und des Stoffwechsels nach der Abkalbung geprüft wurden.

Die unterschiedliche Energieversorgung wurde sowohl durch eine differenzierte Grundfütterung, vor allem jedoch durch stark verschiedene Kraftfutteranteile erreicht. Die Kraftfutteranteile waren von der Milchleistung abhängig. Wenn die Energieaufnahme mit der jeweiligen Ration den Bedarf der Versuchsgruppe überstieg, wurde die Futteraufnahme beschränkt. Dies galt nicht für die Gruppe 125 *postpartum* (.../125), da eine über dieses Niveau hinausgehende Energieaufnahme nicht zu erwarten war (daher Fütterung *ad libitum*). Die Energiekonzentration des Grundfutters wurde durch den Anteil der Maissilage und durch zwei unterschiedliche Heuqualitäten variiert. Die Zusammensetzung der Grundfütterungen und die Kraftfutteranteile sind in *Tabelle 2* dargestellt.

*Tabelle 1: Versuchsplan*

### Energieversorgung<sup>1)</sup>

<i>präpartum</i>	75 (n = 27)			100 (n = 27)			125 (n = 27)		
<i>postpartum</i>	75 (n = 9)	100 (n = 9)	125 (n = 9)	75 (n = 9)	100 (n = 9)	125 (n = 9)	75 (n = 9)	100 (n = 9)	125 (n = 9)

<sup>1)</sup> in % des Bedarfs nach GEH (1986)

**Autoren:** Dipl.-Ing. Marcus URDL, Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER, Ing. Anton SCHAUER, Ing. Günter MAIERHOFER, Johann HÄUSLER, Institut für Nutztierforschung, Mag. Thomas GUGGENBERGER, Institut für Tierhaltung und Tiergesundheit und Dr. Andreas STEINWIDDER, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING, email: marcus.urdld@raumberg-gumpenstein.at

## Versuchsauswertung

Die im Fütterungsversuch erhobenen Daten wurden mit der Prozedur GLM des Statistikprogramms SAS (1999) mit den fixen Effekten „Energieversorgung präpartum“, „Energieversorgung postpartum“, „Rasse“, „Laktationszahl“ und der Interaktion „Energieversorgung präpartum × Energieversorgung postpartum“ ausgewertet. Paarweise Mittelwertvergleiche erfolgten nach dem Tukey-Kramer-Verfahren.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Energieversorgung vor der Abkalbung wirkte sich signifikant auf die *postpartale* Milchleistung aus (Tabelle 3). Diese betrug 25,3 kg in der Gruppe *präp.*75, 28,2 kg bei *präp.*100 und war mit 29,4 kg/Tag bei den energetisch über Bedarf versorgten Kühen (*präp.*125) am Höchsten ( $p_{75/100} = 0,018$ ,  $p_{75/125} < 0,001$ ,  $p_{100/125} = 0,542$ ). Ein stärkerer Effekt war bei der Energieversorgung *postpartum* zu verzeichnen, wo die Gruppe *postp.*75 (20,9 kg) den Gruppen *postp.*100 und *postp.*125 deutlich unterlegen war (29,6 bzw. 32,3 kg;  $p_{75/100} < 0,001$ ,  $p_{75/125} < 0,001$ ,  $p_{100/125} = 0,052$ ). Bei Betrachtung des Einflusses der *präpartalen* Energieversorgung auf die Milchinhaltstoffe lag lediglich die energiemäßig restriktiv versorgte Gruppe (*präp.*75) etwas niedriger im Laktosegehalt als die Gruppe *präp.*125 (4,74 zu 4,80 %). *Postpartum* gab es bei allen Milchinhaltstoffen signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Die Energieversorgung wirkte sich hier am stärksten auf den Eiweißgehalt aus (3,00 zu 3,27 und 3,40 % bei *postp.*75, *postp.*100 bzw. *postp.*125). Die Differenz im Fettgehalt zwischen den

Gruppen *postp.*75 und *postp.*125 lag bei 0,34 % (4,41 % bzw. 4,07 %;  $p = 0,033$ ). Bezüglich der Milchleistung und den Milchinhaltstoffen gab es keine Wechselwirkungen zwischen der Energieversorgung *präpartum* und der Energieversorgung *postpartum* ( $p_{\text{Milch}} = 0,851$ ;  $p_{\text{Eiweiß}} = 0,059$ ) (Tabelle 4). Auffallend ist der (nicht signifikante) Sprung des Fettgehaltes der Gruppe *präp.*100 von 4,54 % (*postp.*75) auf 4,10 % bei bedarfsge-

rechter Energieversorgung *postpartum* (*postp.*100). Erkennbar ist auch der vergleichsweise höhere Niveauunterschied der Milch- und ECM-Menge bei der *postp.*100- gegenüber der *postp.*75-Gruppe unabhängig von der *präpartalen* Energieversorgung. Die Zusammenhänge zwischen der Energieversorgung *präpartum* und der Energieversorgung *postpartum* (Wechselwirkungen) sind in Abbildung 2 dargestellt.

Tabelle 2: Grundfütterration und Krafftutteranteile in den Versuchsgruppen

Energieniveau	75	100	125
<b>Grundfutter-Zusammensetzung</b> (% der GF-TM)			
Heu schlecht	40	20	-
Heu gut	-	20	40
Grassilage	40	30	20
Maissilage	20	30	40
<b>Krafftutteranteile</b> (% der IT)			
<i>präpartum</i>	$-0,250 + 0,014 \times \text{ECM}$	$-0,275 + 0,028 \times \text{ECM}$	$-0,183 + 0,037 \times \text{ECM}$
<i>postpartum</i>	$-0,250 + 0,014 \times \text{ECM}$	$-0,275 + 0,028 \times \text{ECM}$	$-0,300 + 0,060 \times \text{ECM}$

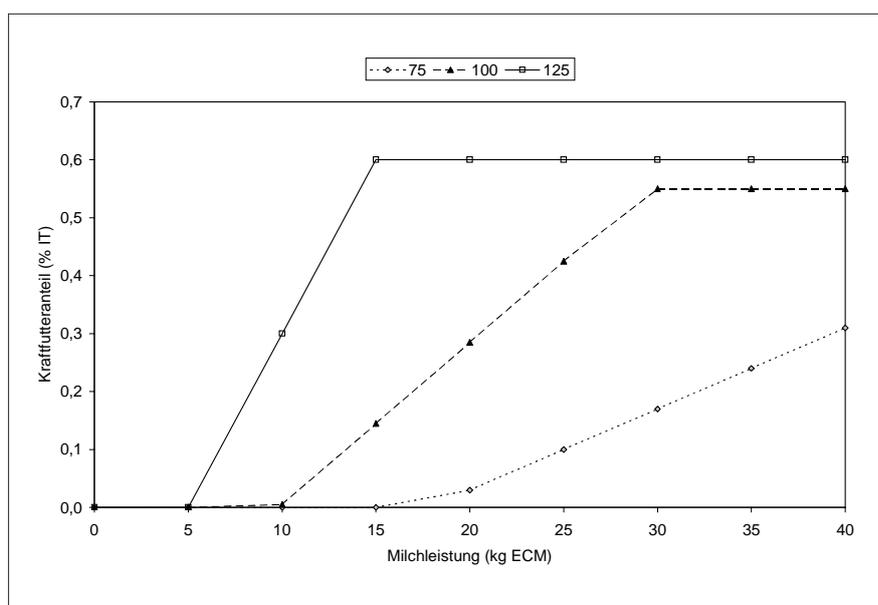


Abbildung 1: Krafftutteranteile in den Versuchsgruppen

Tabelle 3: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Milchleistung in der Folgelaktation in Abhängigkeit von der Energieversorgung *prä-* und *postpartum* (Haupteffekte)

		<i>präpartum</i>			<i>postpartum</i>			RSD	P-Werte		R <sup>2</sup>
		75	100	125	75	100	125		E <i>präp.</i>	E <i>postp.</i>	
Grundfutter	kg TM	10,56	10,81	10,55	11,76	9,98	10,19	0,81	0,514	<0,001	0,737
Krafftutter	kg TM	7,12	7,79	8,05	1,75	9,20	12,01	1,05	0,010	<0,001	0,967
Gesamt	kg TM	17,89	18,82	18,83	13,72	19,40	22,43	1,36	0,029	<0,001	0,930
Rohprotein	g/Tag	2.516	2.690	2.683	1.677	2.826	3.386	256	0,036	<0,001	0,932
nXP	g/Tag	2.550	2.715	2.722	1.663	2.871	3.453	227	0,017	<0,001	0,950
NEL	MJ/Tag	111,7	118,5	119,1	72,9	125,6	150,8	9,9	0,022	<0,001	0,950
Milch	kg/Tag	25,3	28,2	29,4	20,9	29,6	32,3	3,5	<0,001	<0,001	0,846
Fett	%	4,17	4,24	4,28	4,41	4,21	4,07	0,35	0,544	0,033	0,498
Eiweiß	%	3,20	3,22	3,26	3,00	3,27	3,40	0,12	0,268	<0,001	0,812
Laktose	%	4,74	4,79	4,80	4,68	4,83	4,83	0,09	0,031	<0,001	0,642
ECM	kg/Tag	25,4	28,5	30,0	21,4	30,0	32,5	3,8	<0,001	<0,001	0,839

Tabelle 4: Futter- u. Nährstoffaufnahme sowie Milchleistung in der Folgelaktation in Abhängigkeit von der Energieversorgung prä- und postpartum (Wechselwirkungen)

		präpartum 75			präpartum 100			präpartum 125			RSD	P-Wert E präp.x E postp.	R <sup>2</sup>
		postp. 75	postp. 100	postp. 125	postp. 75	postp. 100	postp. 125	postp. 75	postp. 100	postp. 125			
Grundfutter	kg TM	11,44	10,14	10,11	11,72	9,99	10,72	12,11	9,81	9,73	0,81	0,281	0,737
Krafftutter	kg TM	1,20	7,96	12,20	1,74	9,40	12,21	2,30	10,23	11,61	1,05	0,007	0,967
Gesamt	kg TM	12,85	18,30	22,53	13,68	19,61	23,16	14,64	20,27	21,59	1,36	0,023	0,930
Rohprotein	g/Tag	1.563	2.619	3.367	1.653	2.850	3.565	1.813	3.010	3.226	256	0,035	0,932
nXP	g/Tag	1.525	2.660	3.466	1.658	2.907	3.580	1.805	3.047	3.313	227	0,015	0,950
NEL	MJ/Tag	66,6	116,5	152,0	73,1	127,3	155,0	79,0	132,9	145,3	9,9	0,020	0,950
Milch	kg/Tag	18,5	26,5	30,8	21,3	30,7	32,6	23,0	31,6	33,6	3,5	0,851	0,846
Fett	%	4,22	4,25	4,04	4,54	4,10	4,09	4,46	4,28	4,08	0,35	0,434	0,498
Eiweiß	%	2,97	3,17	3,45	2,99	3,27	3,39	3,04	3,37	3,37	0,12	0,059	0,812
Laktose	%	4,64	4,80	4,78	4,68	4,83	4,88	4,71	4,86	4,83	0,09	0,879	0,642
ECM	kg/Tag	18,5	26,8	30,9	22,1	30,7	32,9	23,8	32,5	33,7	3,8	0,821	0,839

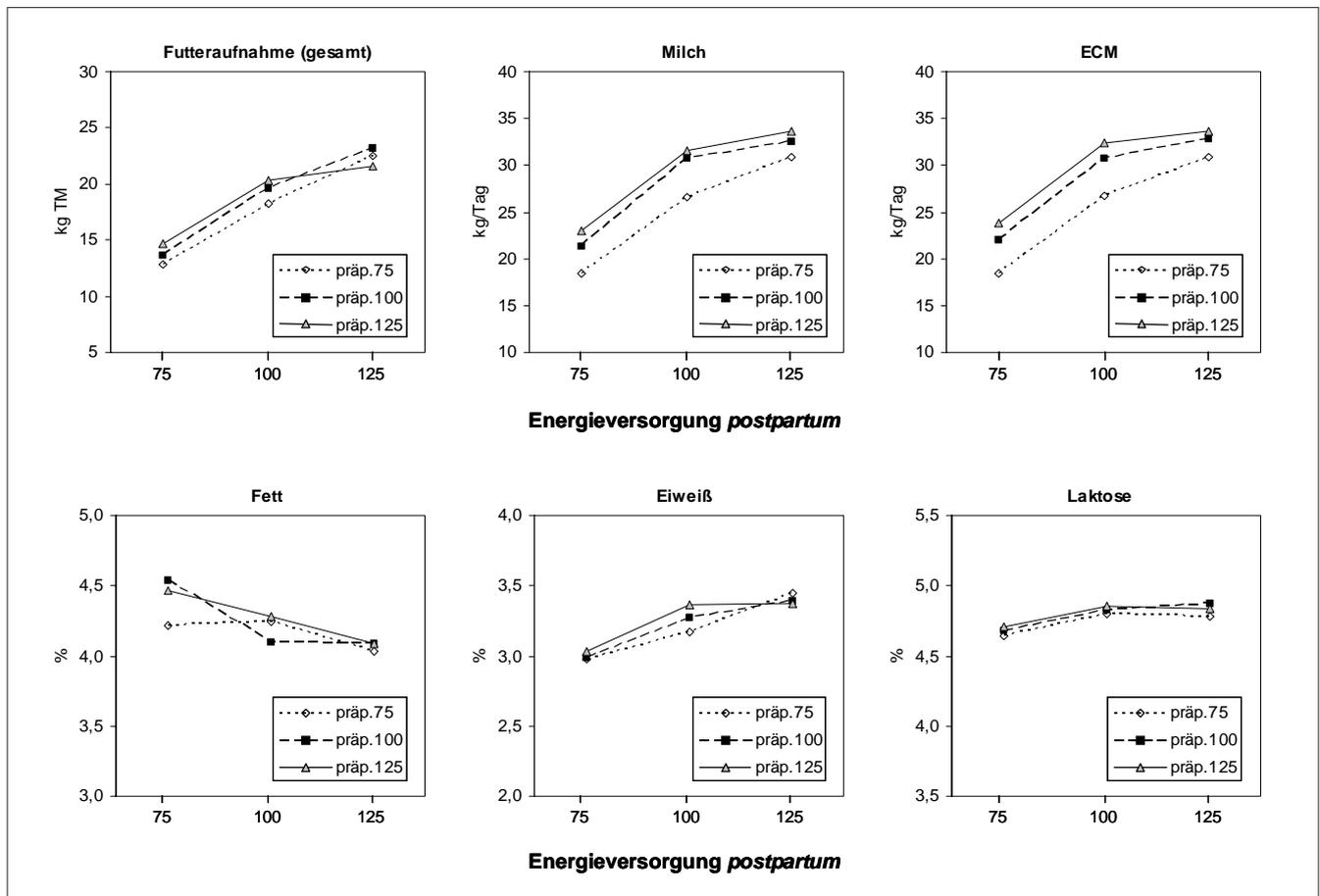


Abbildung 2: Futteraufnahme und Milchleistungsparameter in Abhängigkeit von der Energieversorgung prä- und postpartum (Wechselwirkung)

Während bei den Gruppen, die präpartum unter- (präp.75) bzw. bedarfsgerecht (präp.100) mit Energie versorgt wurden, die Futteraufnahme mit der Erhöhung der Energiekonzentration nach der Abkalbung einen beinahe linearen Verlauf hat, zeigte sich bei den Tieren der präp.125-Gruppe ein deutlicher „Knick“ zwischen postp. 100 und postp. 125. Die Gesamtfutteraufnahme betrug in der Gruppe 125/75 14,64 kg/Tag, 20,27 kg

bei 125/100 und 21,59 kg/Tier und Tag bei höchster Energieversorgung (Tabelle 4). Bis auf diese Ausnahme bei der prä- und postpartal übergewässerten Gruppe (125/125) wirkte der Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung bei den postpartalen Energieniveaus in ähnlicher Weise (Futteraufnahme postp.75 < postp.100 < postp.125). Die Ergebnisse zum Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung decken

sich mit jenen von McNAMARA et al. (2003), die ebenfalls von signifikant positiven Effekten höherer Energieversorgung auf die Milchleistung in der Folgelaktation berichten. Auch RYAN et al. (2003) verzeichneten eine tendenziell höhere Milchleistung bei gleichen Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalten bei einer Übergewässigung präpartum im Gegensatz zu bedarfsgerechter Fütterung. Bei Variation der Energieversorgung vor der

Abkalbung wurden bei GRUMMER et al. (Überversorgung, Kalbinnen, 1995), AGENÄS et al. (niedrig/mittel/hoch, 2003) und DANN et al. (unter-/bedarfsgerecht/überversorgt, 2006) keine Unterschiede in der Milchleistung und den Milchinhaltstoffen in der Folgelaktation festgestellt. Beim Versuch von RABELO et al. (2003), die vor der Abkalbung zwei Gruppen unterschiedlicher Energieversorgung (niedrig/hoch) *postpartal* in jeweils zwei weitere Untergruppen teilten, konnten dagegen weder Effekte der *prä-* noch der *postpartalen* Energieversorgung auf die Milchleistungsparameter von Kühen verzeichnet werden. Allerdings hatten Kalbinnen der *präpartal* niedrig versorgten Gruppe höhere FCM-Leistungen und Milchfettgehalte. Auch DOUGLAS et al. (2006) berichten von einer durchschnittlich um 2 kg höheren Milchleistung bei ihrer Versuchsgruppe, die im Zeitraum vor der Abkalbung unter dem Energiebedarf gefüttert wurde, im Gegensatz zu einer deutlich übertensorgten Gruppe. Die Differenz konnte allerdings nicht statistisch abgesichert werden. Signifikant war jedoch die *postpartal* höhere Futteraufnahme der *präpartum* unterversorgten Kühe. Bei den Milchinhaltstoffen in der Folgelaktation zeigten sich in dieser Studie keine Unterschiede. Eine umfangreiche Literaturübersicht zum Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung geben LINS et al. (2003).

## Schlussfolgerungen

Die Energieversorgung vor der Abkalbung übt einen Einfluss auf die Milchleistung *postpartum* aus:

- Eine energetische Unterversorgung *präpartum* wirkt sich in einer verminderten Milchmenge in der darauf folgenden Laktation aus. Grund dafür ist die Wiederauffüllung der Körperreserven der Kühe nach der Abkalbung.
- Werden Milchkühe jedoch über ihren Energiebedarf hinaus gefüttert, steigt die Einsatzleistung nach der Abkalbung nicht signifikant gegenüber bedarfsgerecht versorgten Tieren.
- Die Milchinhaltstoffe werden von der *präpartalen* Energieversorgung kaum beeinflusst.

Die Energieversorgung von Milchkühen *postpartum* wirkt noch stärker auf die Milchleistungsparameter:

- Das zu Beginn der Laktation auftretende Energiedefizit wird durch eine nicht bedarfsgerecht ausgerichtete Fütterung noch verstärkt und schlägt sich in einem deutlichen Abfall der Milchleistung gegenüber Norm- und Überversorgung nieder.
- Alle Milchinhaltstoffe werden signifikant beeinflusst. Mit steigender Energieversorgung nach der Abkalbung sinkt der Fettgehalt, der Eiweiß- und der Laktosegehalt steigen.

Zwischen der Energieversorgung *präpartum* und der Energieversorgung *postpartum* zeigten sich im Versuch keine Wechselwirkungen hinsichtlich der Milchleistungsparameter. Bei der Futteraufnahme war die Wirkung unterschiedlicher Energieniveaus vor der Abkalbung auf die verschiedenen Gruppen *postpartaler* Energieversorgung nahezu gleich.

## Literatur

- AGENÄS, S., E. BURSTED und K. HOLTENIUS, 2003: Effects of feeding intensity during the dry period. 1. Feed intake, body weight, and milk production. *J. Dairy Sci.* 86, 870-882.
- BOISCLAIR, Y., D.G. GRIEVE, J.B. STONE, O.B. ALLEN und G.K. MACLEOD, 1986: Effect of *prepartum* energy, body condition, and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 69, 2636-2647.
- DANN, H.M., N.B. LITHELAND, J.P. UNDERWOOD, M. BIONAZ, A. D'ANGELO, J.W. McFADDEN und J.K. DRACKLEY, 2006: Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. *J. Dairy Sci.* 89, 3563-3577.
- DOUGLAS, G.N., T.R. OVERTON, H.G. BATEMAN II, H.M. DANN und J.K. DRACKLEY, 2006: *Prepartal* plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 89, 2141-2157.
- GARNSWORTHY, P.C. und J.H. TOPPS, 1982: The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Anim. Prod.* 35, 113-119.
- GARNSWORTHY, P.C. und G.P. JONES, 1987: The influence of body condition at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in dairy cows. *Anim. Prod.* 44, 347-353.
- GARNSWORTHY, P.C. und C.D. HUGGETT, 1992: The influence of the fat concentration of the diet on the response by dairy cows to body condition at calving. *Anim. Prod.* 54, 7-13.
- GARNSWORTHY, P.C. und G.P. JONES, 1993: The effects of dietary fibre and starch concentrations

on the response by dairy cows to body condition at calving. *Anim. Prod.* 57, 12-51.

- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1986: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 3. Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG Verlag Frankfurt/Main, 92 S.
- GRUMMER, R.R., P.C. HOFFMAN, M.L. LUCK und S.J. BERTICS, 1995: Effect of *prepartum* and *postpartum* dietary energy on growth and lactation of primiparous cows. *J. Dairy Sci.* 78, 172-180.
- HOLTER, J.B., M.J. SLOTNICK, H.H. HAYES, C.K. BOZAK, W.E. URBAN und M.L. MCGILLIARD, 1990: Effect of *prepartum* dietary energy on condition score, *postpartum* energy, nitrogen partitions, and lactation production responses. *J. Dairy Sci.* 73, 3502-3511.
- JOHNSON, D.G. und D.E. OTTERBY, 1981: Influence of dry period diet on early *postpartum* health, feed intake, milk production, and reproductive efficiency of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 64, 290-295.
- JONES, G.P. und P.C. GARNSWORTHY, 1989: The effects of dietary energy content on the response of dairy cows to body condition at calving. *Anim. Prod.* 49, 183-191.
- KIRCHGESSNER, M., T.G. BAUER, U. EIDELSBURGER und F.J. SCHWARZ, 1995: Zur Futteraufnahme von Kühen und Kalbinnen in der Hochträchtigkeit bei Maissilage-Vorlage. *Arch. Anim. Nutr.* 48, 367-379.
- LINS, M., L. GRUBER und W. OBRITZHAUSER, 2003: Zum Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung auf Futteraufnahme, Körpermasse und Körperkondition sowie Milchleistung und Stoffwechsel von Milchkühen. *Übers. Tierernährg.* 31, 75-120.
- LODGE, G.A., L.J. FISHER und J.R. LESSARD, 1975: Influence of *prepartum* feed intake on performance of cows fed *ad libitum* during lactation. *J. Dairy Sci.* 58, 696-702.
- McNAMARA, S., F.P. O'MARA, M. RATH und J.J. MURPHY, 2003: Effects of different transition diets on dry matter intake, milk production, and milk composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 2397-2408.
- RABELO, E., R.L. REZENDE, S.J. BERTICS und R.R. GRUMMER, 2003: Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 916-925.
- RYAN, G., J.J. MURPHY, S. CROSSE und M. RATH, 2003: The effect of *pre-calving* diet on *post-calving* cow performance. *Livest. Prod. Sci.* 79, 61-71.
- SAS Institute Inc., 1999: SAS/STAT User's Guide, Version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc. 3884 S.
- SCHWARZ, F.J., T.G. BAUER, U. EIDELSBURGER und M. KIRCHGESSNER, 1995: Zur Futteraufnahme und Milchleistung von Kühen zu Laktationsbeginn nach unterschiedlicher Energieversorgung in der Hochträchtigkeit. *Wirtschaftseig. Futter* 41, 275-292.
- TREACHER, R.J., I.M. REID und C.J. ROBERTS, 1986: Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. *Anim. Prod.* 43, 1-6.