

# Einfluss der Energieversorgung vor und nach der Abkalbung auf Stoffwechselfparameter von Milchkühen

Marcus Urdl<sup>1\*</sup>, Walter Obritzhauser<sup>2</sup>, Leonhard Gruber<sup>1</sup>,  
Johann Häusler<sup>1</sup> und Anton Schauer<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Während der Transitphase – dem Übergang von der Hochträchtigkeit in die Laktation – ist der Stoffwechsel von Milchkühen enormen Belastungen ausgesetzt. Um die erhöhte Krankheitsanfälligkeit zu Beginn der Laktation zu minimieren, sind optimale Fütterungsstrategien von großer Bedeutung. Um den Einfluss mangelnder und überhöhter Energiezufuhr gegenüber normgerechter Versorgung vor und nach der Abkalbung zu prüfen, wurde ein Fütterungsversuch mit 81 Kühen durchgeführt.

Die Energieversorgung postpartum übte den deutlichsten Einfluss auf die untersuchten Milchleistungs- und Stoffwechselfparameter aus. Die zu Beginn der Laktation vorherrschende negative Energiebilanz wurde durch eine nicht bedarfsgerechte Energieversorgung verstärkt. Es wurden signifikante Unterschiede bei den Parametern Glukose (2.46, 2.93 und 3.01 mmol/l in den Gruppen 75, 100 bzw. 125<sub>postpartum</sub>),  $\beta$ -Hydroxybutyrat (1.37, 0.88, 0.70 mmol/l) und nichtveresterte freie Fettsäuren (0.26, 0.14 und 0.13 mmol/l) sowie weiteren zur Beurteilung der Stoffwechselsituation herangezogenen Blutwerten festgestellt. Die Energieversorgung vor der Abkalbung hatte nur geringfügige Auswirkungen auf die stoffwechselrelevanten Kenngrößen.

*Schlagwörter:* Fütterung, Transitphase, Physiologie, Energiebilanz, Blutkennwerte

## Abstract

During the transition period the metabolism of dairy cows undergoes tremendous challenges. Feeding strategies to minimize the disease incidence in the first weeks of lactation are needed. The objective of this study was to investigate the impact of different energy supply before and after parturition on performance and metabolism. Therefore 81 cows were used in a feeding trial and fed rations meeting 75%, 100% and 140/125% (prepartum/postpartum) of their energy demands for 12 weeks before until 15 weeks after parturition.

The effect of energy level after calving had the greatest impact on all production and metabolism parameters. Feeding dairy cows below recommended energy requirements increased negative energy balance in a detrimental way leading to significant changes in glucose (2.46, 2.93, 3.01 mmol/l in groups 75, 100 and 125, respectively), BHBA (1.37, 0.88, 0.70 mmol/l), non-esterified fatty acids (0.26, 0.14, 0.13 mmol/l) and other metabolic parameters. Accumulation of ketone bodies in group 75<sub>post</sub> was highest 4 to 6 weeks after parturition indicating ketosis. BHBA figures of group 100<sub>post</sub> also reached subketotic levels. Energy supply prepartum had only minor effects on metabolic parameters.

*Keywords:* dairy cow, feeding, transition period, energy, metabolism

## 1. Einleitung

Die Fütterung von Milchkühen in der Trockenstehzeit übt nicht nur auf das fötale Wachstum sondern auch auf Milchleistungskriterien, Gesundheit und Fruchtbarkeit in der Folgelaktation einen entscheidenden Einfluss aus. Der Übergang von der Hochträchtigkeit in die Laktation, die sogenannte Transitphase, stellt für den Stoffwechsel eine besondere Herausforderung dar. DRACKLEY (1999) bezeichnete diesen Zeitraum im Produktionszyklus von Kühen gar als „the final frontier“, welcher im Gegensatz zum Laktationsabschnitt noch zahlreiche offene Fragen bezüglich der biologischen Abläufe beinhaltet.

Da die Futtermittelaufnahme zu Laktationsbeginn nicht in gleichem Maße wie die Milchleistung ansteigt, besteht in der Regel eine negative Energiebilanz. Um den zusätzlichen Bedarf an Nährstoffen zu decken, mobilisieren die Tiere

Körperreserven. Dadurch werden alternative energieliefernde Substrate – freie Fettsäuren und Ketonkörper – für den Stoffwechsel zur Verfügung gestellt. Über physiologische Grenzen gehende Belastungen verursachen Störungen dieses homöostatischen Regelmechanismus und führen zu Azetonämie und Fettlebersyndrom, welches von MORROW (1976) erstmals beschrieben wurde. Das Heranziehen von Blutparametern zur Beurteilung des Gesundheitszustands von Milchviehherden, geht auf die sogenannten „metabolic profile tests“ von PAYNE et al. (1970) zurück. Grundlegende Arbeiten zur Mobilisation von Körperfett bei hochleistenden Milchkühen und den damit verbundenen Stoffwechselfolgen und -belastungen wurden im deutschsprachigen Raum in den 1980er-Jahren von GIESECKE und Kollegen (1987) durchgeführt.

In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche Studien zur Fütterungsstrategie in der Trockenstehzeit und zur Vorberei-

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning

<sup>2</sup> Tierarztpraxis Dr. med.vet. Walter Obritzhauser, A-8605 Parschlug

\* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Marcus Urdl, email: [marcus.urdl@raumberg-gumpenstein.at](mailto:marcus.urdl@raumberg-gumpenstein.at)

tungsfütterung durchgeführt (Reviews von OVERTON und WALDRON 2004, FRIGGENS et al. 2005 bzw. INGVAERTSEN 2006). Umfangreiche Literaturübersichten, speziell zum Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung, wurden beispielsweise von LINS et al. (2003) und von REMPPIS et al. (2011) publiziert.

Im vorliegenden Versuch wurde der Einfluss mangelnder und überhöhter Energiezufuhr gegenüber normgerechter Versorgung vor und nach der Abkalbung auf Produktionsdaten und Stoffwechselfparameter von Milchkühen geprüft.

## 2. Material und Methoden

Der Versuchszeitraum umfasste 12 Wochen vor bis 15 Wochen nach der Abkalbung. Die Gruppen unterschieden sich hinsichtlich der Energieversorgung (75, 100 und 140 bzw. 125 % des Bedarfs nach GfE 2001, *Tabelle 1*). Die unterschiedliche Energieversorgung wurde sowohl durch eine differenzierte Grundfütterration [Anteile an Maissilage, unterschiedliche Heuqualitäten (Heu gut/schlecht)], vor allem jedoch durch stark verschiedene Kraftfutteranteile erreicht. Wenn die Energieaufnahme mit der jeweiligen Ration den Bedarf der Versuchsgruppe überstieg, wurde die Futtermittelaufnahme 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 Zusammensetzung der Grundfütterrationen und die Kraftfutteranteile sind in *Tabelle 2* dargestellt.

Von den Versuchstieren wurden wöchentlich Blutproben an der Schwanzvene gezogen, welche unmittelbar nach der Entnahme gekühlt, nach 30 Minuten zentrifugiert und das gewonnene Serum bis zur Analyse bei -18°C tiefgefroren wurde. Zur Beurteilung des Energie- und Leberstoffwechsels wurden die Parameter Aspartat-Amino-Transferase (AST), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Gesamtbilirubin, Cholesterin, Glukose,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und nichtveresterte freie Fettsäuren (NEFA) bestimmt.

Die Auswertung der Blutparameter erfolgte getrennt für die Versuchszeiträume vor und nach der Abkalbung mit der

Prozedur *Mixed* (Varianzkomponentenschätzung Methode *REML*, Freiheitsgradapproximation *KR*) des Softwarepakets SAS, Version 9.2 (2010). Nicht normalverteilte Daten wurden vor der statistischen Analyse logarithmisch transformiert. Das Modell beinhaltete die fixen Effekte der „Energieversorgung präpartum“ und „Energieversorgung postpartum“ sowie deren Interaktion, „Rasse“ und „Laktationszahl“. Die wöchentlich erhobenen Blutwerte wurden im *repeated statement* als wiederholte Messungen am Einzeltier berücksichtigt. Bei jenen Parametern, bei denen eine signifikante Interaktion zwischen „Energieversorgung  $\times$  Woche“ auftrat, wurde dieser Effekt ins statistische Modell integriert. Zur Modellierung der Kovarianz wurden mehrere Strukturen geprüft, aufgrund des Akaike-Informationskriteriums (*AIC*) die autoregressive Struktur *AR(1)* gewählt.

## 3. Ergebnisse

Die Energieversorgung vor der Abkalbung wirkte sich signifikant auf die postpartale Milchleistung aus (25.4, 28.5 und 30.0 kg ECM in den Gruppen 75, 100 bzw. 140). Die differenzierte Energieversorgung nach der Abkalbung wirkte sich erwartungsgemäß stärker auf die Milchleistung (21.4, 30.0 und 32.5 kg ECM in den Gruppen 75, 100 bzw. 125) und weitere Produktionsdaten aus. Eine detaillierte Darstellung dieser Ergebnisse ist in URDL et al. (2007) angeführt, die Stoffwechselfparameter in den *Tabellen 3* und *4*.

### Versuchszeitraum Trockenstezeit

Signifikant erhöhte NEFA-Werte in der Gruppe 75<sup>präpartum</sup> zeigen, dass eine (zu) niedrige Energieversorgung schon vor der Abkalbung zu einem Einschmelzen von Körperreserven führt. Ebenso weist der höhere Bilirubingehalt auf die Energiemangelsituation bei den Tieren dieser Gruppe hin. Die Blutglukosekonzentration war bei der Gruppe 140 signifikant höher (3,34 mmol/l gegenüber 3,20 und 3,09 in den Gruppen 100 bzw. 75). Die Leberenzymwerte (AST, GLDH) lagen trotz statistisch abzusichernder Differenzen generell auf einem niedrigen Niveau (im Schnitt < 30 IU/l bzw. zwischen 3 und 6 IU/l). Obwohl die Differenzierung

*Tabelle 1: Versuchsplan*

Energieversorgung <sup>1</sup>									
präpartum	75 (n = 27)			100 (n = 27)			140 (n = 27)		
postpartum	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 GfE (2001)

*Tabelle 2: Grundfütterration und Kraftfutteranteile in den Versuchsgruppen*

Energieniveau	75	100	140/125
<b>Grundfutter-Zusammensetzung</b> (% der GF-TM)			
Heu schlecht	40	20	–
Heu gut	–	20	40
Grassilage	40	30	20
Maissilage	20	30	40
<b>Kraftfutteranteile</b> (% der IT)			
präpartum	- 0,250 + 0,014×ECM	- 0,275 + 0,028×ECM	- 0,183 + 0,037×ECM
postpartum	- 0,250 + 0,014×ECM	- 0,275 + 0,028×ECM	- 0,300 + 0,060×ECM

**Tabelle 3: Stoffwechselfparameter in der Trockenstehzeit und Folgelaktation in Abhängigkeit von der Energieversorgung prä- und postpartum (Haupteffekte)**

Trockenstehzeit			Laktation							
präpartum			Parameter <sup>1</sup>	präpartum			postpartum			
75	100	140		75	100	140	75	100	125	
-15,6 <sup>a</sup>	-3,2 <sup>b</sup>	14,6 <sup>c</sup>	Energiebilanz	MJ NEL	-8,3 <sup>b</sup>	-13,4 <sup>ab</sup>	-16,5 <sup>a</sup>	-33,3 <sup>a</sup>	-9,9 <sup>b</sup>	4,9 <sup>c</sup>
24,7 <sup>a</sup>	29,0 <sup>b</sup>	28,2 <sup>b</sup>	Aspartat-Aminotransferase	IU/l	33,9 <sup>a</sup>	37,7 <sup>b</sup>	35,6 <sup>ab</sup>	35,7	34,5	36,9
3,277 <sup>a</sup>	4,292 <sup>b</sup>	5,410 <sup>c</sup>	Glutamat-Dehydrogenase	IU/l	5,96	6,05	6,42	5,28 <sup>a</sup>	6,27 <sup>b</sup>	6,99 <sup>b</sup>
1,594 <sup>b</sup>	1,283 <sup>a</sup>	1,188 <sup>a</sup>	Bilirubin	µmol/l	1,333	1,352	1,428	1,699 <sup>a</sup>	1,238 <sup>b</sup>	1,224 <sup>b</sup>
4,007 <sup>b</sup>	3,713 <sup>a</sup>	3,599 <sup>a</sup>	Harnstoff	mmol/l	3,621 <sup>a</sup>	4,005 <sup>b</sup>	4,016 <sup>b</sup>	3,872 <sup>ab</sup>	4,041 <sup>b</sup>	3,729 <sup>a</sup>
2,699	2,569	2,527	Cholesterol	mmol/l	3,909	4,148	4,079	4,060	4,123	3,953
3,085 <sup>a</sup>	3,197 <sup>a</sup>	3,335 <sup>b</sup>	Glukose	mmol/l	2,802	2,798	2,796	2,461 <sup>a</sup>	2,926 <sup>b</sup>	3,009 <sup>b</sup>
0,709	0,712	0,646	β-Hydroxybutyrat	mmol/l	0,903	0,980	0,956	1,371 <sup>c</sup>	0,880 <sup>b</sup>	0,702 <sup>a</sup>
0,164 <sup>b</sup>	0,117 <sup>a</sup>	0,116 <sup>a</sup>	Nichtveresterte Fettsäuren	mmol/l	0,150 <sup>a</sup>	0,166 <sup>ab</sup>	0,186 <sup>b</sup>	0,258 <sup>b</sup>	0,139 <sup>a</sup>	0,130 <sup>a</sup>
2,504	2,498	2,492	Calcium	mmol/l	2,452	2,454	2,472	2,497 <sup>b</sup>	2,455 <sup>a</sup>	2,426 <sup>a</sup>
1,852	1,822	1,831	Phosphor	mmol/l	1,829	1,803	1,821	1,828	1,831	1,793
0,997	1,009	1,004	Magnesium	mmol/l	1,068	1,092	1,082	1,095	1,074	1,071

<sup>1</sup> bei logarithmierten Parametern *LSMeans* nach statistischer Auswertung rücktransformiert

<sup>a,b,c</sup> unterschiedliche Hochbuchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen,  $p < 0,05$

**Tabelle 4: Stoffwechselfparameter in der Folgelaktation in Abhängigkeit von der Energieversorgung prä- und postpartum (Wechselwirkungen)**

Parameter <sup>1</sup>	präpartum		75			100			140		
	postpartum	75	100	125	75	100	125	75	100	125	
Energiebilanz*	MJ NEL	-29,3	-7,6	12,0	-34,4	-10,7	4,7	-36,1	-11,3	-2,0	
AST*	IU/l	31,8	31,9	38,3	36,6	36,4	40,2	39,0	35,4	32,8	
GLDH*	IU/l	4,01	5,68	9,28	5,61	5,58	7,07	6,54	7,77	5,20	
Bilirubin	µmol/l	1,683	1,146	1,228	1,660	1,274	1,170	1,756	1,299	1,278	
Harnstoff	mmol/l	3,655	3,745	3,463	3,988	4,118	3,908	3,973	4,259	3,816	
Cholesterol	mmol/l	4,077	3,810	3,841	4,087	4,320	4,038	4,016	4,238	3,982	
Glukose	mmol/l	2,469	2,879	3,059	2,472	2,891	3,030	2,441	3,009	2,939	
β-Hydroxybutyrat	mmol/l	1,173	0,918	0,683	1,470	0,925	0,692	1,493	0,802	0,731	
NEFA	mmol/l	0,226	0,120	0,125	0,253	0,143	0,127	0,299	0,156	0,138	
Calcium	mmol/l	2,486	2,431	2,439	2,496	2,451	2,415	2,509	2,485	2,424	
Phosphor*	mmol/l	1,905	1,764	1,817	1,719	1,873	1,817	1,861	1,856	1,746	
Magnesium*	mmol/l	1,059	1,066	1,078	1,112	1,056	1,107	1,115	1,100	1,030	

<sup>1</sup> bei logarithmierten Parametern *LSMeans* nach statistischer Auswertung rücktransformiert

\* signifikante Wechselwirkungen  $E_{\text{präpartum}} \times E_{\text{postpartum}}$   $p < 0,05$

der Energieversorgung zwischen Mangel- und überversorgter Gruppe ca. 30 MJ NEL ausmachte, waren keine dementsprechend großen Unterschiede bei β-Hydroxybutyrat festzustellen (0,71 vs. 0,65 mmol/l in den Gruppen 75 bzw. 140).

### Versuchszeitraum Laktation

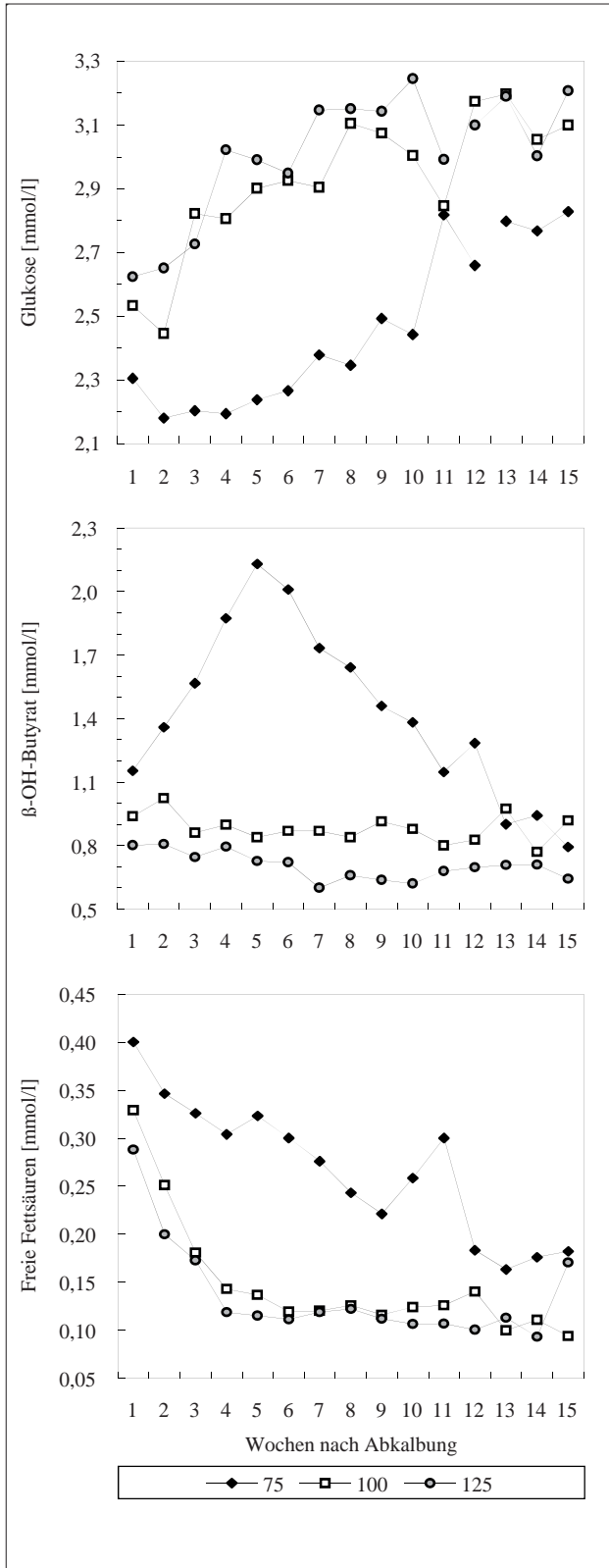
Die Energieversorgung postpartum übte den deutlichsten Einfluss auf die untersuchten Stoffwechselfparameter aus. Eine nicht bedarfsgerechte Fütterung zu Laktationsbeginn belastet den Stoffwechsel der Tiere zusätzlich zum in der Regel schon bestehenden Energiedefizit. Auf diese Mangelsituation reagierten die Variablen Glukose, β-Hydroxybutyrat und nichtveresterte freie Fettsäuren am empfindlichsten. Anhand des Verlaufs dieser diagnostisch vielfach zur Beurteilung der Stoffwechselsituation herangezogenen Werte ist erkennbar (*Abbildung 1*), dass der Blutglukosespiegel bei den Gruppen 100 und 125 direkt nach der Abkalbung zu steigen beginnt, während dies in der Energiemangelgruppe 75 erst ab der 7. Laktationswoche geschieht. Ebenfalls deutlich

zu erkennen ist, dass die Ketogenese zwischen der 4. und 6. Laktationswoche ein Maximum erreicht. Das Niveau von β-Hydroxybutyrat lag in der Gruppe 75 wesentlich höher als bei bedarfsgerecht versorgten Tieren, obwohl auch hier ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt wurde (1,37 mmol/l gegenüber 0,88 und 0,70 in den Gruppen 75, 100 bzw. 125). NEFA pendelten sich bei den Gruppen 100 und 125 nach 4 Wochen auf einem Niveau von ca. 0,11 mmol/l ein, während die unterversorgte Gruppe auch nach 11 Wochen noch deutlich höhere Werte aufwies. Auch im Gesamtbilirubingehalt spiegelt sich die negative Energiebilanz der Gruppe 75 (1,70 µmol/l) gegenüber den anderen Gruppen wider (im Schnitt 1,23 µmol/l). Obwohl auch bei Glutamat-Dehydrogenase signifikante Unterschiede festgestellt wurden, sind die Aktivitätswerte dieses Leberenzym in diesem Versuch ungewöhnlich niedrig (5 bis 7 IU/l). Aus den Ergebnissen bei Aspartat-Aminotransferase ist kein gerichteter Einfluss der Energieversorgung erkennbar.

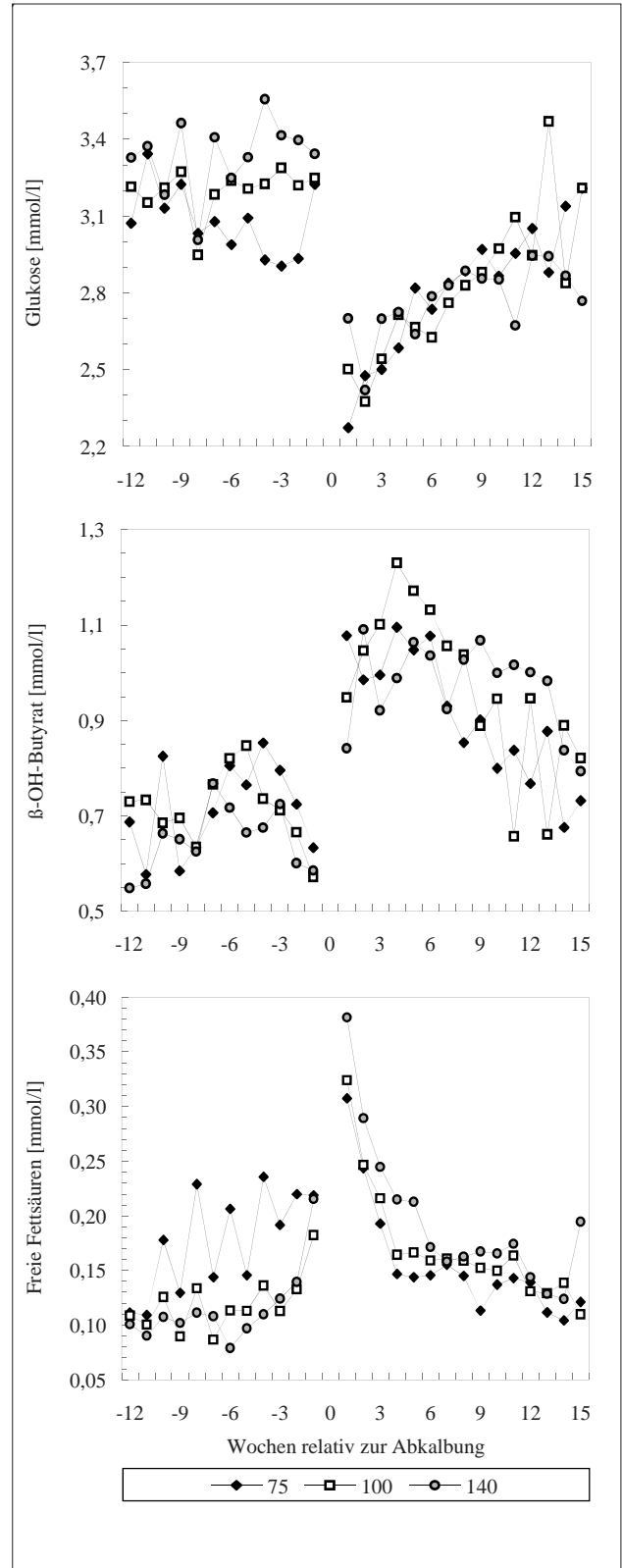
Die Energieversorgung vor der Abkalbung wirkte sich nicht so stark auf die stoffwechselrelevanten Kenngrößen

aus. Zum Vergleich und zur Veranschaulichung sind in *Abbildung 2* die Verläufe von Glukose,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und NEFA über den gesamten Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung präpartum dargestellt. Die

signifikant erhöhte Konzentration freier Fettsäuren bei einer energetischen Überversorgung in der Trockenstehzeit (0,19 mmol/l, Gruppe 140<sub>präpartum</sub>) deutet auch in diesem Versuch darauf hin, dass Tiere nicht verfettet zur Abkalbung kommen

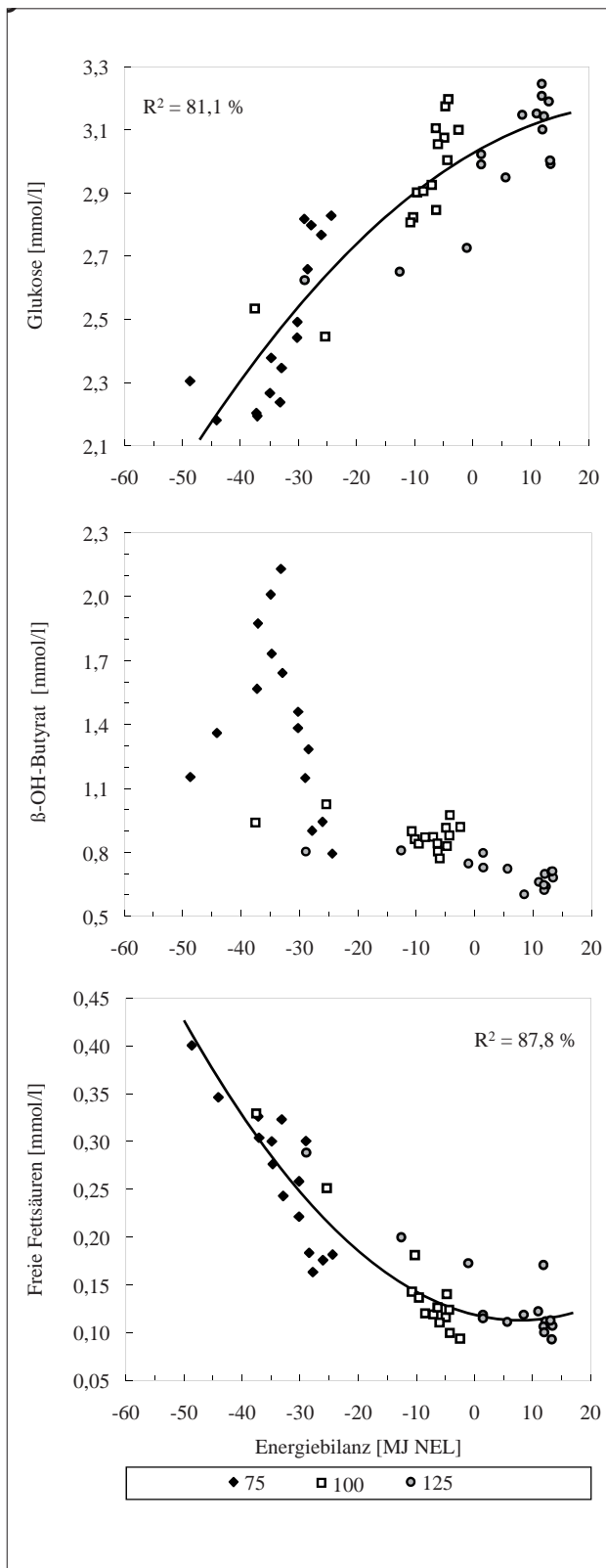


**Abbildung 1:** Glukose,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und freie Fettsäuren im Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung postpartum



**Abbildung 2:** Glukose,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und freie Fettsäuren im Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung präpartum

sollten. Dadurch erhöht sich das Risiko, an einem Fettlebersyndrom zu erkranken.



**Abbildung 3: Beziehung zwischen Energiebilanz und Konzentration freier Fettsäuren, Glukose und  $\beta$ -Hydroxybutyrat im Serum von Milchkühen bei unterschiedlicher Energieversorgung postpartum (n = 45, 3 Energieversorgungsniveaus postpartum  $\times$  15 Laktationswochen, LSM means)**

### Beziehung der Energiebilanz mit Blutparametern

Abbildung 3 zeigt die enge Beziehung der Konzentration nichtveresterter freier Fettsäuren und Glukose zur Energiebilanz nach der Abkalbung. Aufgetragen sind die Mittelwerte der varianzanalytischen Auswertung in den ersten 15 Laktationswochen (Effekt „Energieversorgung  $\times$  Woche“). Bei beiden Parametern kann über 80 % der Varianz über die Energieversorgung (sowie der Rasse und Laktationszahl) erklärt werden. Demnach kann der Stoffwechsel von Milchkühen ein geringes Energiedefizit bis ca. -10 MJ NEL ohne eine verstärkte Freisetzung von NEFA bewerkstelligen. Bei stärkerer Unterversorgung steigt die Konzentration der freien Fettsäuren stark an. Da Glukose der Hauptenergielieferant für die Milchdrüse als Hauptlieferant fungiert, ist die Beziehung zur Energiebilanz nahezu linearer Natur. Die Reaktion von  $\beta$ -Hydroxybutyrat auf Energiemangel scheint nach Unterschreitung einer gewissen Schwelle (ca. -30 MJ NEL) zu „explodieren“.

### 4. Diskussion

Die enge Beziehung der Stoffwechselmetaboliten Glukose,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und NEFA zur Energiebilanz im vorliegenden Versuch wurde auch in der kürzlich veröffentlichten Arbeit von KRONSCHNABL (2010) – anhand eines umfangreichen Datenmaterials aus mehreren Fütterungsversuchen – mittels multipler Regressionsanalyse ebenfalls als höchst signifikant identifiziert. Bei der Erstellung der Prognosebereiche übt in den meisten Fällen auch die Laktationswoche von laktierenden Milchkühen einen signifikanten Einfluss auf die Konzentrationen dieser Blutparameter aus. Auch bei Bilirubin kann diesbezüglich eine Übereinstimmung zwischen beiden Studien festgestellt werden.

Bei KRONSCHNABL (2010) findet sich auch eine Übersicht publizierter Referenzbereiche von Blutparametern beim Rind (Tabelle 5). Bei GLDH zeigten sich bei Zusammenfassung der Versuchsdaten zur Berechnung der Prognosebereiche unspezifische Schwankungen und in der Regressionsanalyse konnte kein signifikanter Zusammenhang mit der Energiebilanz beobachtet werden. Die relativ niedrigen, jedoch signifikant unterschiedlichen Aktivitätswerte dieses leberspezifischen Enzyms in vorliegendem Fütterungsversuch liegen deutlich unter den meisten der bei KRONSCHNABL (2010) zitierten Referenzwerte und erharren bestehende Zweifel, dass dieser Blutparameter zur Beurteilung von Energiemangelsituationen herangezogen werden kann. Im Gegensatz dazu wurden in einer früheren Untersuchung unserer Arbeitsgruppe (OBRITZHAUSER 2000) GLDH- und AST-Aktivitäten auf ähnlichem Niveau festgestellt und Glutamat-Dehydrogenase als empfindlichster Parameter einer Leberstoffwechselbelastung identifiziert. Nicht grafisch dargestellt, wurde in Übereinstimmung mit KRONSCHNABL (2010) festgestellt, dass der Cholesterolgehalt sehr vom Laktationsstadium beeinflusst wird.

Die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentrationen der postpartal nicht bedarfsgerecht und der nach Norm versorgten Gruppe liegen über den Referenzwerten bzw. im subklinischen Ketosebereich und weisen auf die starke Stoffwechselbelastung zu Laktationsbeginn hin. Die alleinige Betrachtung der übrigen Blutparameter und der Vergleich mit Referenzwerten

Tabelle 5: Publierte Referenzbereiche für diverse Blutparameter des Rindes (KRONSCHNABL 2010)

Blutparameter	Einheit	Referenzbereiche									
AST	U/l	bis 80	bis 30	10-50	bis 35***	bis 80***	48-100	bis 30	40-50	13 bis 30	20-35
ALT	U/l	bis 50	bis 20	5-50	–	bis 50	17-37	bis 15	bis 20	10 bis 23	4-11
SDH	U/l	bis 6	bis 6	–	–	bis 6	4,3-15,3	–	bis 10	–	bis 6,0
GLDH	U/l	bis 30	bis 2	1,0-5,6	bis 10	bis 7,0***	–	bis 9	bis 10	bis 31	bis 7,0**
OCT	U/l	bis 20	bis 20	–	–	–	–	–	bis 20	–	–
AP	U/l	bis 300*	bis 40*	6-24*	–	–	29-99	bis 200	–	10 bis 48	bis 200
γ-GT	U/l	bis 50	bis 20	10-22	–	bis 27***	20-48	bis 15	bis 20	12 bis 30	11-24
CK	U/l	bis 250	bis 50	15-40	–	–	44-228	bis 60	–	bis 40	bis 60
Bilirubin	mg/dl	bis 0,3	0,5-2,5	0,8-8,6	bis 0,3***	bis 0,5	0,1-0,3	bis 0,35	bis 0,5	0,01-0,5	bis 0,5
BHB	mmol/l	–	0,2-0,9	–	bis 1,0	–	–	–	bis 1,2	bis 1,0	–
Cholesterol	mmol/l	2,0-4,5	1,3-3,9	–	–	2,33-4,65	2,3-6,6	2,3-4,7	–	2,6-5,2	80-120
Gesamtprotein	g/l	60-80	60-70	60-80	–	60-80	59-77	60-80	–	68-84	60-80
Harnstoff	mmol/l	3,3-5,0**	3,3-7,5	1,6-7,5	2,5-6,0	bis 7,49	–	3,5-5,0	–	3,5-5,0	4,2-5,8
Glucose	mmol/l	2,2-3,3	1,7-3,3	2,5-3,3	> 2,8***	2,2-3,3	2,1-3,9	2,2-3,3	–	2,2-3,3	1,9-3,0
NEFA	mmol/l	bis 0,62	–	–	–	–	–	–	–	0,22-0,34	–
Quelle		KRAFT & DÜRR 2005	FÜRLLE et al. 1981	PLONAIT 1980	LOTT-HAMMER 1996	SCHMIDL 1981	MEYER & HARVEY 1998	JAKSCH 1976	STÖBER 2006	ROSSOW & BOLDUAN 1994	TIER-LAB 1987

\* stark altersabhängig

\*\* laktationsabhängig

\*\*\* Konzentrationsänderung um Geburtstermin

– keine Angabe

würde keinen Rückschluss auf diese im Versuch bewusst herbeigeführte Situation geben.

## 5. Fazit

- Eine energetisch differenzierte Fütterung vor der Abkalbung führt zu keinen dramatisch veränderten Stoffwechselfparametern in der Folgelaktation. Bestätigt wurde jedoch, dass eine über den Bedarf hinausgehende Energieversorgung in der Trockenstehzeit eine verstärkte Anflutung nichtveresterter freier Fettsäuren postpartum bewirkt und somit das Risiko eines Fettleibersyndroms erhöht.
- Die am Beginn der Laktation bestehende negative Energiebilanz darf in diesem Zeitraum durch Unterversorgung nicht zusätzlich verstärkt werden. Das Versagen homöostatischer Regelmechanismen, damit einhergehende Stoffwechselentgleisungen und das gehäufte Auftreten von Azetonämien führen zu erheblichen ökonomischen Verlusten in der Milchproduktion.
- Energiemangelversorgung vor und nach der Abkalbung wirkt sich in signifikant niedrigeren Milchleistungen aus.

Bei regelmäßiger Anwendung eignen sich Stoffwechsel-screensings zur prophylaktischen Überwachung des Gesundheitszustands von Milchviehherden. Es ist darauf zu achten, dass es bei den Blutwerten hohe tierindividuelle Schwankungen gibt und nicht von Einzeltieren auf den ganzen Bestand geschlossen werden kann.

## 6. Literatur

- DRACKLEY, J.K., 1999: Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J. Dairy Sci.* 82, 2259-2273.
- FRIGGENS, N.C., J.B. ANDERSEN, T. LARSEN, O. AAES und R. DEWHURST, 2005: Priming the dairy cow for lactation: a review of dry cow feeding strategies. *Anim. Res.* 53, 453-473.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.

GIESECKE, D., 1987: Lipidmobilisation und Insulinfunktion bei Kühen mit hoher Milchleistung. *Fortschr. Tierphysiol. Tierernähr.* H. 18, Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin, 81 S.

INGVARTSEN, K.L., 2006: Feeding- and management-related diseases in the transition cow – Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 175-213.

KRONSCHNABL, C., 2010: Ermittlung von laktationsspezifischen Prognosebereichen zur Beurteilung der Konzentration von Blutparametern beprobter Milchkühe. *Diss. LMU München*, 230 S.

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. Tierernähr.* 31, 75-120.

MORROW, D.A.M., 1976: Fat cow syndrome. *J. Dairy Sci.* 59, 1625-1629.

OBRITZHAUSER, W., 2000: Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfutterversorgung auf Stoffwechselfparameter der Milchkühe. *Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 6.-8. Juni 2000, 111-117.

VERTON, T.R. und M.R. WALDRON, 2004: Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. *J. Dairy Sci.* 87, E105-E119.

PAYNE, J.M., S.M. DEW, R. MANSTON und M. FAULKS, 1970: The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Vet. Rec.* 87, 150-158.

REMPPISS, S., H. STEINGASS, L. GRUBER und H. SCHENKEL, 2011: Effects of energy intake on performance, mobilization and retention of body tissue, and metabolic parameters in dairy cows with special regard to effects of pre-partum nutrition on lactation – A review – *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24 (4), 540-572.

SAS Institute Inc., 2010: SAS/STAT 9.22 User's Guide. Cary, NC (USA): SAS Institute Inc., 8460 S.

URDL, M., L. GRUBER, A. SCHAUER, T. GUGGENBERGER, G. MAIERHOFER, J. HÄUSLER und A. STEINWIDDER, 2007:

Einfluss der Energieversorgung vor und nach der Abkalbung auf die Stoffwechselsituation von Milchkühen – Teilbereich Produktionsdaten. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 19.-20. April 2007, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2007, 15-18.