

Energieversorgung in der Trockenstehzeit

Mit den steigenden Leistungen unserer Milchkühe ist auch deren Stoffwechselbelastung größer geworden. Kann mit dem Fütterungsniveau in der Trockenstehzeit die Energiebilanz und die Stoffwechselsituation in der nachfolgenden Laktation gesteuert werden?

Von Leonhard GRUBER

Mit dem Abkalben treten im Stoffwechsel der Milchkühe fundamentale Veränderungen ein. Während die Nährstoffe in der Trockenstehzeit ausschließlich dem wachsenden Kalb im Mutterleib zugeführt werden und je nach Futterniveau in den Körperansatz der Kuh zur Bildung von Körperreserven gelangen, werden die Nährstoffe zu Beginn der Laktation in das Euter geleitet, um die Milchleistung zu ermöglichen. Bei einer Milchleistung von 35 kg werden täglich 1,40 kg Fett, 1,16 kg Eiweiß und 1,68 kg Laktose gebildet und ausgeschieden. Da besonders zu Laktationsbeginn der hohe Nährstoffbedarf nicht vollständig über die Futtermittelaufnahme abgedeckt werden kann, ist eine Mobilisierung von Körperreserven aus dem Depotfett erforderlich. Allerdings ist zu bedenken, dass mit steigender Milchleistung eine immer höhere Mobilisierung von Körperreserven erforderlich ist, um das Energiedefizit abzudecken, weil die Futtermittelaufnahme nicht proportional mit der Milchleistung ansteigt. Eine Zucht auf hohe Milchleistung bedeutet auch eine Zucht auf hohe Mobilisation und damit auf höhere Stoffwechselbelastung sowie Krankheitsanfälligkeit. Es ist nicht sinnvoll, hochleis-

tende Kühe generell nicht bedarfsgerecht zu versorgen. Andererseits sollte jedoch auch die Zucht auf Hochleistung hinterfragt werden, wenn nicht auch die Energieversorgung dieser Kühe in der Zucht mitberücksichtigt wird. Die Mobilisation von Körperfett führt häufig zur Bildung giftiger Stoffwechselprodukte, die das Gewebe der Leber schädigen und damit ihre Funktion stören. Das dabei entstehende Krankheitsbild ist die „Berufskrankheit“ der Hochleistungskühe, die sogenannte Ketose. Dies ist auch eine der wesentlichen Ursachen für den Rückgang der Nutzungsdauer mit steigender Milchleistung.

Es ist seit langem bekannt, dass die Fütterung in der Trockenstehzeit die Futteraufnahme und Milchleistung sowie auch die Stoffwechselsituation in der nachfolgenden Laktation beeinflussen kann. Allerdings sind die Ergebnisse nicht ganz klar und zum Teil widersprüchlich. Zur Klärung der offenen Fragen haben wir daher einen aufwändigen Fütterungsversuch durchgeführt, mit dem Ziel, die Stoffwechselsituation von Milchkühen bei unterschiedlicher Energieversorgung vor und nach dem Abkalben zu erforschen.

Drei Energieniveaus

Sowohl in der Trockenstehzeit (und Spätlaktation) als auch in der darauf folgenden Früh-laktation wurden den Versuchskühen drei unterschiedliche Energieniveaus angeboten, nämlich 75 %, 100 % oder 125 % des Bedarfes (als N, M und H bezeichnet, d.h. niedrig, mittel und hoch). Das Besondere an diesem Versuch ist, dass alle Tiere innerhalb der Gruppen N, M und H der Trockenstehzeit in der darauf



Foto: ZAR

folgenden Laktation jeweils wiederum eines der drei Energieniveaus N, M oder H erhielten, als N-N, N-M usw. bezeichnet. Dies bedeutet, dass alle Tiere, die z.B. in der Trockenstehzeit niedrig (N) versorgt waren, in der darauf folgenden Laktation entweder N, M, oder H gefüttert wurden (N-N, N-M, N-H), ebenso die Kühe der Gruppe M (M-N, M-M, M-H) und die Kühe der Gruppe H (H-N, H-M, H-H). Auf diese Weise lassen sich die Zusammenhänge zwischen der Trockenstehzeit und der darauf folgenden Laktation eindeutig ableiten.

Insgesamt standen 81 Kühe im Versuch, d.h. je Gruppe in der Trockenstehzeit 27 Tiere (N, M, H) und je Untergruppe in der Laktation neun Tiere (N-N, ..., H-H). Es waren die drei Rassen Fleckvieh, Brown Swiss und Holstein zu gleichen Teilen vertreten (je 27 Tiere), und es wurden nur Kühe ab der zweiten Laktation verwendet.

Die Rationen in den drei Energieversorgungsstufen N, M und H unterschieden sich deutlich in ihrer Energiekonzentration, die vor allem durch unterschiedlichen Kraftfutteranteil, aber auch durch die Qualität des Heus und den Anteil an Maissilage gesteuert wurde (siehe Tab. 1). Die Rationen wurden nicht zur freien Aufnahme angeboten (außer in den Gruppen H in der Laktation (N-H, M-H, H-H)), um den Versuchsplan von 75 %, 100 % und 125 % des Energiebedarfes bestmöglich einzuhalten. Es ging um die Frage, wie die Kühe auf unterschiedliche Energieversorgung hinsichtlich ihrer Milchleistung und ihrer Stoffwechselfparameter reagieren. Dazu wurde die Ration zwei Mal pro Woche dem Versuchsplan entsprechend genau eingestellt. Futteraufnahme und Milchleistung wurden täglich festgestellt, die Lebendmasse sowie die Stoffwechselfparameter einmal pro Woche. Der Versuch umfasste den Zeitraum zwölf Wochen vor der Abkalbung und 15 Wochen nach der Abkalbung.

Energieniveaus in der Trockenstehzeit

Eine höhere Energieversorgung in der Trockenstehzeit führte zu einer höheren Milchleistung in der Laktation. Vor allem eine zu niedrige Energieversorgung wirkte sich deutlich nachteilig aus, während eine Überversorgung die Milchleistung in nur geringerem Umfang steigerte (25,6, 28,6, 30,1 kg ECM in N, M und H). Eine Unterversorgung an Energie in der Trockenstehzeit hatte auch niedrigere Milchhaltsstoffe zur Folge. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Milchleistung zu einem bestimmten Ausmaß auf der Mobilisation von Körperreserven beruht. Und die Körperreserven hängen von der Intensität der Fütterung in der Trockenstehzeit ab.

Besonders interessiert die Frage, wie sich die Energieversorgung in der Trockenstehzeit auf die Energiebilanz in der darauf folgenden Laktation auswirkt. Tabelle 2 zeigt, dass die Energiebilanz umso negativer wird, je höher

Tab. 1: Versuchsplan und Beschreibung der Versuchsbedingungen					
Energieversorgung in der Trockenstehzeit ¹⁾ und in der Laktation ²⁾					
Trockenstehzeit ¹⁾	Laktation ²⁾		Untergruppen (je 9 Kühe)		
Niedrig (27 Kühe)	N	Niedrig	N ³⁾	Niedrig-Niedrig	N-N
		Mittel	M ⁴⁾	Niedrig-Mittel	N-M
		Hoch	H ⁵⁾	Niedrig-Hoch	N-H
Mittel (27 Kühe)	M	Niedrig	N ³⁾	Mittel-Niedrig	M-N
		Mittel	M ⁴⁾	Mittel-Mittel	M-M
		Hoch	H ⁵⁾	Mittel-Hoch	M-H
Hoch (27 Kühe)	H	Niedrig	N ³⁾	Hoch-Niedrig	H-N
		Mittel	M ⁴⁾	Hoch-Mittel	H-M
		Hoch	H ⁵⁾	Hoch-Hoch	H-H

1) 12 Wochen (1 Monat Spätlaktation und 2 Monate Trockenstehzeit)
 2) 15 Wochen Frühaktation (105 Tage)
 3) N (niedrige Energieversorgung, 75 % des Bedarfes); maximal 30 % Kraftfutter der Gesamtration, 20 % Maissilage im GF
 4) M (mittlere Energieversorgung, 100 % des Bedarfes); maximal 50 % Kraftfutter der Gesamtration, 30 % Maissilage im GF
 5) N (hohe Energieversorgung, 125 % des Bedarfes); maximal 60 % Kraftfutter der Gesamtration, 40 % Maissilage im GF



Eine Überversorgung der Kühe (BCS > 3.5) in der Trockenstehzeit muss unbedingt vermieden werden.



Diese Kuh ist energetisch stark unterversorgt. Es ist nicht sinnvoll, hochleistende Kühe generell nicht bedarfsgerecht zu versorgen.

Fotos: Gruber

das Energieniveau in der Trockenstehzeit ist (-8, -13, -17 MJ NEL/Tag in N, M und H). Die Kühe sind zwar schwerer und fetter, aber sie verlieren in höherem Maße Körpersubstanz. Diese Mobilisation geht Hand in Hand mit ungünstigeren Kennzahlen des Stoffwechsels wie β -Hydroxy-Buttersäure und GLDH, einem Enzym, das akute Leberschädigung anzeigt.

Energieniveaus in der Laktation

In der Laktation selbst wurden in den Gruppen N, M und H sehr unterschiedliche Kraftfuttermengen verabreicht, die Kraftfutteranteile von 12, 47 und 54 % der Ration ergaben. Dadurch wurde die Milchleistung stark gesteigert. Wie in vielen Versuchen zeigt sich auch hier eine stark abnehmende Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung. In Situationen großen Nährstoffdefizits ist eine hohe Kraftfuttermenge gegeben, bei hoher oder über den Bedarf hinausgehender Versorgung ist mit einer geringeren Leistungssteigerung durch Kraftfutter zu rechnen. Der Milchfettgehalt sinkt mit steigenden Kraftfuttermengen, dagegen erhöht sich der Gehalt an Milcheiweiß.

Diese Rationsgestaltung spiegelte sich auch drastisch in der Energiebilanz wider, in der Lebendmasse, in der Körperkondition, in der täglichen Änderung der Lebendmasse und in

Tab. 2: Einfluss der Hauptversuchsfaktoren auf Leistung und Stoffwechsel der Kühe in der Laktation ¹⁾										
Versuchsfaktor		Energie Trockenstehzeit			Energie Laktation			Rasse		
		N	M	H	N	M	H	FV	BS	HF
Futtermittel und Milchleistung										
Gesamtfutter	kg TM/Tag	17,88 ^b	18,59 ^{ab}	18,95 ^a	13,76 ^c	19,46 ^b	22,20 ^a	17,59 ^b	18,41 ^b	19,43 ^a
Krafftutteranteil	% der TM	40,1	41,0	42,5	12,4	47,3	53,7	38,5	42,7	42,2
Milchleistung	kg/Tag	25,4 ^b	27,9 ^a	29,5 ^a	21,0 ^c	29,6 ^b	32,2 ^a	24,8 ^c	27,9 ^b	30,1 ^a
Milchleistung	kg ECM/Tag	25,6 ^b	28,6 ^a	30,1 ^a	21,5 ^c	30,1 ^b	32,6 ^a	24,5 ^c	28,7 ^b	31,0 ^a
Milchfettgehalt	%	4,16	4,34	4,30	4,37 ^a	4,26 ^{ab}	4,16 ^b	4,04 ^b	4,37 ^a	4,38 ^a
Milcheiweißgehalt	%	3,21 ^a	3,24 ^{ab}	3,28 ^b	2,98 ^c	3,30 ^b	3,43 ^a	3,29 ^a	3,24 ^{ab}	3,20 ^b
Energiebilanz, Lebendmasse und BCS										
Energiebilanz	MJ NEL/Tag	-8,3 ^a	-13,3 ^b	-16,7 ^c	-33,2 ^c	-9,9 ^b	4,8 ^a	-10,2 ^a	-13,4 ^{ab}	-14,6 ^b
Energiebilanz	% des Bedarfs	91 ^a	88 ^b	87 ^b	69 ^c	93 ^b	103 ^a	90	87	88
Lebendmasse	kg	608	613	640	597 ^b	626 ^{ab}	638 ^a	656 ^a	610 ^b	595 ^b
Veränderung der LM	kg/Tag	-0,10	-0,44	-0,63	-1,26 ^b	-0,03 ^a	0,12 ^a	-0,35	-0,41	-0,41
BCS	Punkte	2,51 ^b	2,54 ^b	2,81 ^a	2,33 ^b	2,73 ^a	2,80 ^a	3,12 ^a	2,63 ^b	2,12 ^c
Veränderung des BCS	Punkte je Wo	0,000 ^a	-0,016 ^{ab}	-0,032 ^b	-0,064 ^a	0,004 ^b	0,012 ^b	-0,012	-0,024	-0,012
Stoffwechselformparameter										
Glukose	mmol/l	2,80	2,80	2,80	2,46 ^b	2,93 ^a	3,01 ^a	2,94 ^a	2,68 ^b	2,77 ^b
Freie Fettsäuren	mmol/l	0,15 ^b	0,17 ^{ab}	0,19 ^a	0,26 ^a	0,14 ^b	0,13 ^b	0,17	0,17	0,16
β -OH-Buttersäure	mmol/l	0,90	0,98	0,96	1,37 ^a	0,88 ^b	0,70 ^c	0,80 ^c	1,10 ^a	0,95 ^b
GLDH	IU/l	5,96	6,05	6,42	5,28 ^b	6,27 ^a	6,99 ^a	5,82	6,30	6,31

¹⁾ Zahlen mit verschiedenen Hochbuchstaben unterscheiden sich statistisch signifikant

der Änderung des BCS. Natürlich war die Energieversorgung auch an den Stoffwechselformparametern abzulesen (2,5, 2,9, 3,0 mmol Glucose/l; 0,26, 0,14, 0,13 mmol freie Fettsäuren/l; 1,37, 0,88, 0,70 mmol β -Hydroxy-Buttersäure/l). Allerdings zeigen die GLDH-Werte, dass die Leber auch bei höchster Energieversorgung angegriffen wird (5,3, 6,3, 7,0 IU GLDH/l). Abschließend sei darauf hingewiesen, dass in der Früh-laktation eine deutliche

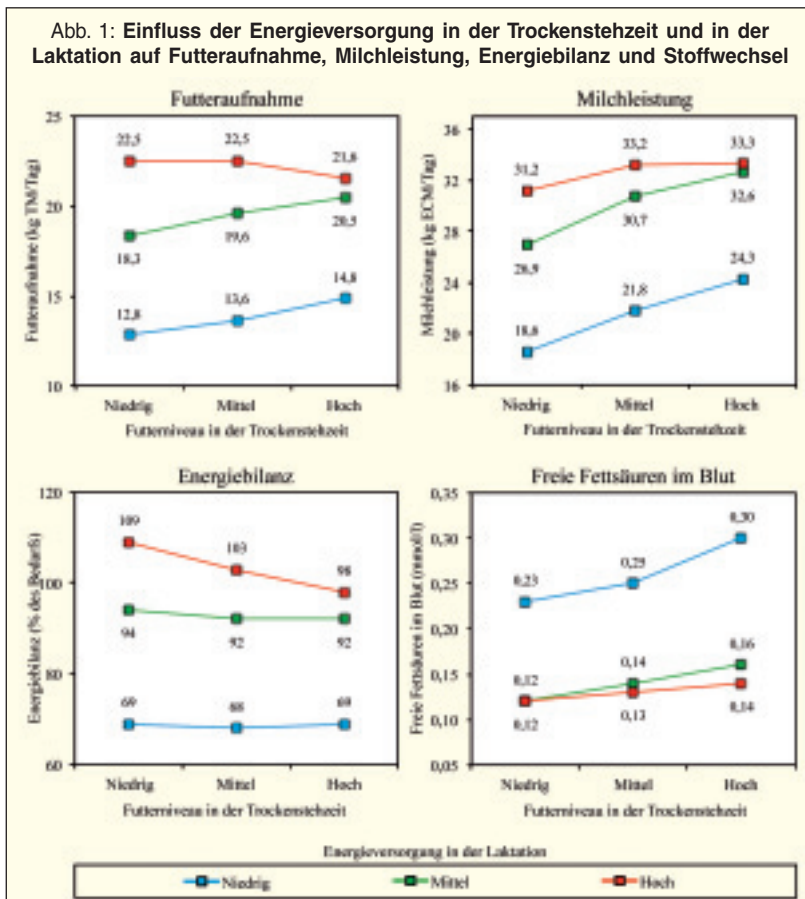
Energieversorgung über den Bedarf nicht möglich ist, ja in vielen Fällen nicht einmal eine ausgeglichene Energiebilanz erreicht wird.

Einfluss auf die nächste Laktation

Es zeigt sich, dass die Auswirkungen der Energieversorgung in der Trockenstehzeit abhängig vom Energieniveau in der Laktation sind, aber auch der Einfluss der Energieversorgung in der Laktation vom Energieniveau in der Trockenstehzeit mitbestimmt wird (siehe Tab. 3).

Es beginnt mit der Milchleistung. Der Einfluss der Energieversorgung in der Trockenstehzeit auf die Milchleistung ist umso stärker, je geringer das Energieniveau in der Laktation ist. Bei höchstem Futterniveau in der Laktation ist kaum ein Einfluss der Vorbereitungs-fütterung festzustellen (31,2, 33,2, 33,3 kg ECM/Tag in N-H, M-H, H-H), bei niedrigem Futterniveau ist dagegen der Einfluss wesentlich stärker (18,6, 21,8, 24,3 kg ECM/Tag in N-N, M-N, H-N). Bei hohem Energieangebot in der Laktation ist die Kuh weniger auf Nährstoffreserven aus der Trockenstehzeit angewiesen. Dagegen wirken sich Nährstoffreserven bei niedriger Energieversorgung in der Laktation stärker aus, weil sie in diesem Fall in einem höheren Ausmaß zur Milchleistung beitragen (Abb. 1).

In Leistungsstadien hohen Nährstoffbedarfs wird die Futtermittelaufnahme überwiegend durch den Nährstoffbedarf bestimmt, daher ist die Futtermittelaufnahme im vorliegenden Versuch ein Spiegelbild der Energiebilanz. Während in der Phase der Laktation in den Gruppen N und M versuchsbedingt 75 und 100 % des Energiebedarfs gefüttert wurden, erhielten die Kühe der Gruppe H ihre kraftfutterreiche Ration zur freien Aufnahme. Hier zeigen die Ergebnisse eindeutig (Abb. 1), dass eine intensive Vorbe-

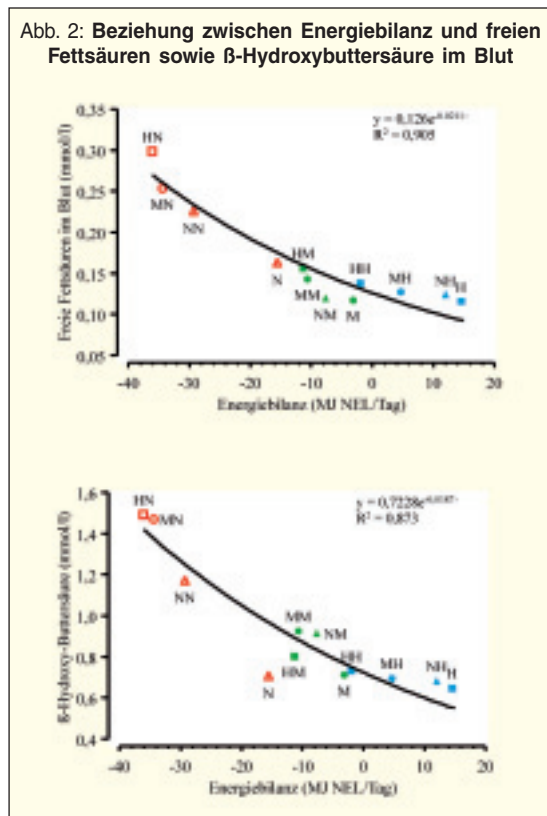


Tab. 3: Einfluss der Energieversorgung in Trockenstehzeit und Laktation auf Leistung und Stoffwechsel der Kühe in der Laktation										
Versuchsfaktor		Energieniveau Trockenstehzeit-Laktation								
		N-N	N-M	N-H	M-N	M-M	M-H	H-N	H-M	H-H
Futteraufnahme und Milchleistung										
Gesamtfutter	kg TM/Tag	12,80	18,34	22,51	13,64	19,59	22,54	14,83	20,46	21,56
Krafftutteranteil	% der TM	8,7	44,4	54,4	11,7	47,1	53,3	16,2	50,1	53,4
Milchleistung	kg/Tag	18,6	26,7	31,0	21,0	30,2	32,4	23,3	31,9	33,2
Milchleistung	kg ECM/Tag	18,6	26,9	31,2	21,8	30,7	33,2	24,3	32,6	33,3
Milchfettgehalt	%	4,14	4,24	4,09	4,46	4,25	4,31	4,50	4,29	4,10
Milcheiweißgehalt	%	2,95	3,20	3,46	2,96	3,32	3,43	3,04	3,39	3,40
Energiebilanz, Lebendmasse und BCS										
Energiebilanz	MJ NEL/Tag	-29,0	-8,0	12,1	-34,0	-10,2	4,4	-36,6	-11,3	-2,0
Energiebilanz	% des Bedarfs	69	94	109	68	92	103	69	92	98
Lebendmasse	kg	572	623	627	590	607	643	630	647	643
Veränderung der LM	kg/Tag	-1,00	0,29	0,42	-1,38	-0,08	0,15	-1,39	-0,29	-0,21
BCS	Punkte	2,12	2,69	2,72	2,20	2,55	2,88	2,66	2,96	2,81
Veränderung des BCS	Punkte je Wo	-0,052	0,020	0,033	-0,069	0,009	0,012	-0,072	-0,017	-0,008
Stoffwechselformparameter										
Glukose	mmol/l	2,47	2,88	3,06	2,47	2,89	3,03	2,44	3,01	2,94
Freie Fettsäuren	mmol/l	0,23	0,12	0,12	0,25	0,14	0,13	0,30	0,16	0,14
β -OH-Buttersäure	mmol/l	1,17	0,92	0,68	1,47	0,93	0,69	1,49	0,80	0,73
GLDH	IU/l	4,01	5,68	9,28	5,61	5,58	7,07	6,54	7,77	5,20

reitungs-fütterung vor dem Abkalben die Futteraufnahme zu Beginn der Laktation vermindert (22,5, 22,5, 21,6 kg TM/Tag in N-H, M-H, H-H). Offensichtlich hat die hohe Energiekonzentration in der Laktation in Verbindung mit dem stärkeren Verfettungsgrad aus der Trockenstehzeit im Steuerungszentrum des Gehirns für die Futteraufnahme zu physiologischen Signalen geführt, die eine weitere Futteraufnahme verhinderten. Solche Signale sind z.B. der Fettgehalt im Blut, Stoffwechselprodukte, Hormone usw. Dagegen kamen die Kühe des niedrigen Futterniveaus in der Tro-

ckenstehzeit mit einer negativen Energiebilanz zur Abkalbung, die sie in der Laktation wieder aufzufüllen suchten, was bei der krafftutterreichen Ration auch gelang. Insgesamt war die Energiebilanz der Kühe mit Unterversorgung in der Trockenstehzeit in der Laktation deutlich positiver als jene der in der Trockenstehzeit übertroffenen Kühe (109, 103, 98 % des NEL-Bedarfes in N-H, M-H, H-H). Die Ursache dafür liegt erstens in der geringeren Milchleistung und zweitens in der höheren Futteraufnahme dieser Tiere. Eine Überversorgung in der Trockenstehzeit führte generell zu ungünstigeren Stoffwechselformparametern, allerdings am stärksten ausgeprägt, wenn die Energieversorgung in der Laktation niedrig war, weil durch ein solches Fütterungsregime eine besonders starke Mobilisation hervorgerufen wird. ■

Abb. 2: Beziehung zwischen Energiebilanz und freien Fettsäuren sowie β -Hydroxybuttersäure im Blut



Fazit

Die Energieversorgung der Kühe in der Trockenstehzeit wirkt sich auf die Futteraufnahme und Milchleistung sowie auf die Energiebilanz und den Stoffwechsel in der darauf folgenden Laktation aus. Allerdings hängen diese Auswirkungen vom Energieniveau in der Laktation ab. Eine hohe Energieversorgung in der Trockenstehzeit fördert die Milchleistung, vermindert die Futteraufnahme und führt dadurch eher zu einer negativen Energiebilanz in der Laktation. Dies verstärkt die Stoffwechselbelastung der Kühe mit den bekannten negativen Folgen auf Gesundheit, Fruchtbarkeit und letztlich Nutzungsdauer. Der Zusammenhang zwischen negativer Energiebilanz und Stoffwechselformparametern, die Mobilisation und Leberbelastung anzeigen, ist eindeutig (Abb. 2).

Univ.-Doz.
Dr. Leonhard Gruber
ist Leiter des
Instituts für Nutztier-
forschung an der
Höheren Bundeslehr-
und Forschungs-
anstalt für Landwirt-
schaft Raumberg-
Gumpenstein.