

# **Einfluss von Rapskuchen auf Jodgehalt in Milch und Blut von Kühen**

**Christian Koch<sup>1</sup>, Friedrich Schöne<sup>2</sup>, Franz-Josef Romberg<sup>3</sup>, Matthias Leiterer<sup>2</sup>, Herbert Steingäß<sup>4</sup> und Karl-Heinz Südekum<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, 67728 Münchweiler an der Alsenz

<sup>2</sup> Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 07743 Jena

<sup>3</sup> Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Westpfalz, 67728 Münchweiler an der Alsenz

<sup>4</sup> Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung, Postfach 70593, Stuttgart

<sup>5</sup> Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Abteilung Tierernährung, 50113 Bonn

## **Einleitung**

Rapskuchen ist ein energiereiches Eiweißfuttermittel für Wiederkäuer. Somit kann Rapskuchen das Sojaextraktionsschrot, welches als beliebtes und importiertes Proteinfuttermittel in Rationen von Milchkühen eingesetzt wird, ohne negative Effekte auf Futteraufnahme und Milchleistung zum großen Teil oder auch vollständig ersetzen (KUDRNA und MARUONEK, 2006; KOCH, 2010). Die in Raps und daraus hergestellten Futtermittel (Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen) in unterschiedlichen Anteilen enthaltenen Glucosinolate (GSL) können den Jod und Schilddrüsenstatus (Thyronin, T<sub>3</sub> und Thyroxin T<sub>4</sub>) von Milchkühen beeinflussen (SCHÖNE und RAJENDRAM, 2009). So wurde bei Verfütterung von Rapsextraktionsschrot an Milchkühe die Jodausscheidung über die Milch signifikant reduziert, was auf die Glucosinolate (GSL) zurückzuführen ist (FRANKE et al., 2009). Rapskuchen weisen höhere GSL-Gehalte im Vergleich zum Rapsextraktionsschrot auf, was aufgrund eines fehlenden thermischen bzw. hydrolytischen GSL-Abbaus durch den Produktionsprozess des Rapskuchens (i. d. R. Kaltpressung) zu erklären ist (SCHUMANN, 2005). Aufgrund der beschriebenen Effekte von glucosinolathaltigen Futtermitteln auf den Schilddrüsenstoffwechsel, empfiehlt die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2001) für Milchkühe eine Verdopplung der Versorgung mit Jod von 0,5 mg/kg TM auf 1 mg/kg TM. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde der Einfluss von Rapskuchen auf den Jodstatus von Milchkühen untersucht.

## **Material und Methoden**

### **Versuchsanlage, Versuchstiere und Haltung**

Der Fütterungsversuch wurde an der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung (LVAV), Hofgut Neumühle in Münchweiler an der Alsenz (Rheinland-Pfalz) durchgeführt. Zu Versuchsbeginn (August 2007) wurden an der LVAV etwa 85 Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein gehalten. Die laktierenden Kühe befanden sich in einem dreireihigen Boxenlaufstall mit 60 Liegeboxen. Für den Fütterungsversuch standen alle laktierenden Tiere der Herde zur Verfügung, d. h. in der Regel waren je nach Anteil an trockenstehenden Tieren 60 bis 65 laktierende Tiere im Versuch. Die Tiere wurden etwa 14 Tage nach der Abkalbung, sofern sie keine klinischen Auffälligkeiten (erhöhte Temperatur, Ketose, usw.) zeigten, in die Versuchsherde integriert. Bei Einstellung von frisch laktierenden Tieren in die Versuchsgruppe wurden entsprechend altmelkende Tiere ausgestallt. Der Versuch gliederte sich in sieben Versuchsabschnitte zu je sieben Wochen. Die ersten 14 Tage dienten der Adaptation der Tiere an die Ration. In den fünf Versuchswochen danach erfolgte die Datenerhebung. Aus den im

Fütterungsversuch stehenden Tieren wurden zu Versuchsbeginn 21 Tiere (Abkalbung kurz vor Versuchsbeginn, Juli 2007) ausgewählt, die den gesamten Versuchszeitraum durchlaufen sollten. Von diesen Tieren wurden in den ersten vier Versuchsabschnitten Proben zur Analyse der Jodstatus gesammelt, so dass immer die gleichen Tiere beprobt wurden.

Die gesamte Herde war entweder Kontroll- oder Versuchsgruppe (jedoch zeitversetzt), d. h. der Versuch gliederte sich wie folgt:

1. Abschnitt: Kontrolle (ohne Rapsprodukte)
2. Abschnitt: Versuch (mit Rapskuchen)
3. Abschnitt: Kontrolle (ohne Rapsprodukte)
4. Abschnitt: Versuch (mit Rapskuchen)
5. Abschnitt: Kontrolle (ohne Rapsprodukte)
6. Abschnitt: Versuch (mit Rapskuchen, mit Rapsextraktionsschrot)
7. Abschnitt: Kontrolle (ohne Rapsprodukte)

Die Tiere wurden zweimal täglich in einem Fischgrätenmelkstand mit fünf Plätzen sowie in einem Tandemmelkstand mit drei Plätzen, gemolken. An den Melkplätzen waren Melksteuergeräte (Metatron 12, Westfalia Surge GmbH, Bönen) installiert, kombiniert mit Melkzeugabnahme und Milchmengenmessung. Die tägliche tierindividuelle Milchmenge wurde mit Hilfe der Herdenmanagement-Software DairyPlan C21 erhoben und in täglichen Listen abgespeichert. Neben den monatlich vom Landeskontrollverband (LKV) Rheinland-Pfalz durchgeführten Milchkontrollen wurden während der 5-wöchigen Datenerfassungsperiode wöchentliche Milchproben von den laktierenden Tieren gezogen. Die Milchprobennahme erfolgte analog der offiziellen Milchleistungsprüfung des LKV mit geeichten Milchmengenmessgeräten ("Tru-Tester"). In der letzten Woche eines jeden Versuchsabschnittes (Tag 45) wurden 4-5 Stunden nach der Morgenfütterung Blutproben von 21 Kühen aus der *vena caudalis mediana* gezogen, abzentrifugiert und die Seren bis zur Analyse bei -18 °C tiefgefroren. Am gleichen Tag wurden von den 21 Kühen Milchproben (aliquote Probe aus dem Morgen- und Abendgemelk) zur Untersuchung des Jodstatus gezogen und ebenfalls bei -18 °C tiefgefroren. Gefüttert wurden die Tiere zweimal täglich in 28 Fress-Wiegetrögen - morgens (05.30 Uhr) etwa 40 % und nachmittags (15.30 Uhr) circa 60 % der Tagesmenge der Gesamtmischung (TMR). Die Wiegetröge wurden täglich vor der Morgen- sowie vor der Nachmittagsfütterung gereinigt, wobei die Futterreste entfernt und quantifiziert wurden. Für die TMR wurden die Rationskomponenten mit Hilfe von Schnecken über Kraftfutter-Silos bzw. manuell (Futterkalk, Mineralfutter, Natriumchlorid und Futterharnstoff) oder mittels der Entnahmefräse (Grassilage, Maissilage und Heu) des Futtermischwagens in den Mischbehälter mit 10m<sup>3</sup> Mischvolumen gefüllt. Der selbstfahrende Horizontalmischwagen Typ R.M.H. 350-CS (Lachish Industries, Israel) war mit vier horizontalen Mischschnecken ausgestattet. Wöchentlich wurden Proben von den eingesetzten Grob- und Konzentratfuttermitteln gezogen und bis zur Analyse bei -18 °C tiefgefroren. In diesen Futtermitteln sowie in je zwei Proben des Futterkalkes und des Mineralfutters wurde der Jodgehalt bestimmt.

Im Versuch eingesetzte Futtermittel sowie die Rationszusammensetzung sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Futtermittel und Rationszusammensetzung (\*kalkulierte Gehalte)

Komponente (% d. TM)	Gruppe						
	1: Kontrolle	2: Versuch	3: Kontrolle	4: Versuch	5: Kontrolle	6: Versuch	7: Kontrolle
Maissilage	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1
Grassilage	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2
Heu	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
Wintergerste	17,1	9,2	17,1	9,2	17,1	9,2	17,1
Rapsextraktionsschrot	--	--	--	--	--	8,3	--
Sojaextraktionsschrot	6,9	1,8	6,9	1,8	6,9	--	6,9
Rapskuchen	--	16,5	--	16,5	--	10,6	--
Körnermais	17,4	13,8	17,4	13,8	17,4	13,8	17,4
NEL/kg TM*	7,04	7,27	7,04	7,27	7,04	7,27	7,04
XP g/kg TM*	159	159	159	159	159	159	159
nXP g/kg TM*	155	150	155	150	155	150	155
XF g/kg TM*	156	153	156	153	156	159	156
XL g/kg TM*	34	63	34	63	34	49	34
RNB g/kg TM*	0,6	1,5	0,6	3,3	0,6	3,3	0,6

Alle Tiere erhielten täglich 100 g Futterkalk, 70 g Mineralfutter und 100 g Futterharnstoff. In Versuchsabschnitt 2 wurde kein Futterharnstoff an die Tiere verfüttert.

### Jodgehalt in Milch, Blutserum sowie Schilddrüsenhormone T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> im Blutserum

Die Futter-, Serum- und Milchproben wurden im gefrorenen Zustand zur Thüringer Labdesanstalt für Landwirtschaft (TLL) nach Jena transportiert. Von den fein gemahlene im Falle der Silagen vorher gefriergetrockneten Futterproben wurden 500 mg in verschließbare 250 ml Plastikflaschen eingewogen und mit 100 ml einer 0,5%igen Ammoniaklösung (hergestellt aus Ammoniak-Hydroxyd, 25 % NH<sub>3</sub>, Merck, Darmstadt und destilliertem deionisiertem Wasser) versetzt. Die verschlossenen Flaschen wurden über Nacht bei Raumtemperatur gelagert. Danach wurden die Proben geschüttelt und die festen Bestandteile abfiltriert (VDLUFA, 2003). Neben dem Jodgehalt wurde der Gehalt an TM, XP, XL, XF und XA in den Futtermitteln bestimmt (BASSLER und BUCHHOLZ, 2006). Der NEL-Gehalt wurde mit Hilfe der Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe aus der DLG-Futterwerttabelle Wiederkäuer (UNIVERSITÄT HOHENHEIM-DOKUMENTATIONSSTELLE, 1997) und der empfohlenen Formel der GfE (2001) berechnet. Die Milchproben wurden gefriergetrocknet und gemahlen. Von dem Lyophilisat wurden 500 mg in einem 50 ml Röhrchen aus Polypropylen (Fa. Sarstedt, Nümbrecht) mit 1 ml Tetra-

Methyl-Ammoniak-Hydroxyd (TMAH) (TAMA Chemicals, Kawasaki Laboratory, Osaka, Japan) und 5 ml destilliertem deionisiertem Wasser versetzt, gasdicht verschlossen und im Trockenschrank über 3 Stunden auf 90°C erhitzt. Nachdem die Proben wieder auf Raumtemperatur abgekühlt waren, wurden 19 ml destilliertes deionisiertes Wasser zugegeben und die wässrige Schicht für 15 Minuten bei 15 °C bei einer Beschleunigung von 4000 g abzentrifugiert. Das Serum kam ohne weitere Vorbehandlung zur Analyse (Details zur Serumgewinnung bei Koch 2010). Die Jodgehalte in den Futtermitteln, der Milch sowie im Blutserum wurden mittels ICP-MS-Verfahrens (inductively coupled plasma-mass spectrometry; Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma; ICP-MS; SCIEX ELAN® DRC-e, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA) (FECHER et al., 1998; LEITERER et al., 2001; SCHÖNE et al. 2009) bestimmt (vgl. <http://www.icp-ms.de>). Die Bestimmung der Schilddrüsenhormone T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> im Blutserum erfolgte mit einem Radioimmunoassay (RIA) mit folgenden Kits: DSL TT3 RIA, DSL 3100, DSL TT4 RIA, DSL 3200 (Beckman Coulter GmbH, Sinsheim).

## Ergebnisse

Der verfütterte Rapskuchen wies einen Rohfettgehalt von 196 g sowie einen Rohproteingehalt von 326 g/kg TM auf. Der analysierte Glucosinolatgehalt lag bei 25,5 mmol GSL/kg Rapskuchen. Die ermittelten Jodgehalte in den Futtermitteln sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Jodgehalte der eingesetzten Futtermittel

<b>Futtermittel</b>	<b>Jodgehalt (µg/kg TM)</b>
Maissilage	59
Grassilage	262
Heu	53
Wintergerste	<20
Sojaextraktionsschrot	<20
Körnermais	<20
Rapskuchen	99
Futterkalk	250
Mineralfutter	204 mg/kg TM

Über die Futtermittel mit dem Schwerpunkt Mineralfutter (70 g/Kuh/Tag) unter Berücksichtigung der Futteraufnahme von im Mittel 21 kg TM/Kuh/Tag (Tabelle 3) wurden täglich zwischen 15,8 und 16,2 mg Jod pro Kuh aufgenommen entsprechend einer Jodkonzentration von 0,76 mg/kg TM der Ration. Die Futteraufnahme über alle Tiere unterschied sich zwischen Periode I und II nicht signifikant in Abhängigkeit vom eingesetzten Proteinfuttermittel (Sojaextraktionsschrot vs. Rapskuchen). In Abschnitt IV war die Futteraufnahme höher als im Abschnitt III (P<0,05). Die Trockenmasseaufnahmen der ausgewählten Tiere lag bei Rapskuchenfütterung immer auf höherem

Niveau im Vergleich zur Kontrolle. Eine ausführliche Darstellung sowie Diskussion der in Tabelle 2 dargestellten Parameter findet sich bei KOCH (2010).

Tabelle 3: Futteraufnahme und biologische Leistungsparameter aller Kühe sowie der 21 ausgewählten Kühe

Periode	I	II	III	IV
<b>Alle Tiere (65 Stück)</b>	LSQ (SE)			
Futteraufnahme (kg TM/Tag)	21,0 (0,31)	20,7 (0,29)	19,8 (0,29)	21,0* (0,28)
Milch (kg/Tag)	28,6 (0,70)	29,1 (0,70)	29,1 (0,67)	31,2* (0,64)
ECM (kg/Tag)	29,2 (0,60)	28,4* (0,60)	29,3 (0,58)	30,5* (0,55)
Milchfett (%)	4,20 (0,07)	3,85* (0,06)	4,10 (0,06)	3,87* (0,06)
Milchprotein (%)	3,55 (0,03)	3,45* (0,03)	3,47 (0,03)	3,36 (0,03)
kg ECM/kg TM	1,38 (0,03)	1,34* (0,03)	1,45 (0,03)	1,44 (0,03)
<b>21 ausgewählte Kühe</b>	Mittelwert (±SD)			
Futteraufnahme (kg TM/Tag)	20,9 ± 2,7	21,8 ± 2,4	20,1 ± 2,3	21,4 ± 3,1
Milch (kg/Tag)	31,8 ± 5,4 <sup>a</sup>	29,3 ± 4,4	26,6 ± 4,5 <sup>b</sup>	28,1 ± 6,7
ECM (kg/Tag)	31,4 ± 5,3 <sup>a</sup>	26,6 ± 4,5 <sup>b</sup>	26,8 ± 4,0 <sup>b</sup>	27,1 ± 6,4 <sup>b</sup>
Milchfett (%)	3,88 ± 4,5 <sup>a</sup>	3,32 ± 6,4 <sup>b</sup>	4,04 ± 6,4 <sup>a</sup>	3,65 ± 5,7
Milchprotein (%)	3,33 ± 2,6	3,33 ± 3,0	3,49 ± 2,7	3,47 ± 2,5
kg ECM/kg TM	1,52 ± 0,18	1,25 ± 0,12	1,33 ± 0,16	1,26 ± 0,20

\*: signifikante Unterschiede,  $p < 0,05$ ; LSQ: Least-Square-Mean; SE: Standardfehler; Mittelwert: arithmetischer Mittelwert; SD: Standardabweichung

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse des Jodstatus im Blutserum dargestellt und aus Tabelle 5 sind die Ergebnisse des Jodstatus der Milchproben zu entnehmen.

Tabelle 4: Serumjodgehalt und Schilddrüsenhormonstatus (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung)

Variablen	Sojaextraktionsschrot	Rapskuchen
Periode	I (n=20)	II (n=19)
Jodkonzentration ( $\mu\text{g/l}$ )	78 <sup>b</sup> $\pm$ 11	129 <sup>a</sup> $\pm$ 24
T <sub>4</sub> (nmol/l)	78 <sup>a</sup> $\pm$ 31	100 <sup>b</sup> $\pm$ 42
T <sub>3</sub> (nmol/l)	1,23 $\pm$ 0,27	1,22 $\pm$ 0,21
Jod in T <sub>3</sub> + T <sub>4</sub> ( $\mu\text{g/l}$ )	39 <sup>a</sup> $\pm$ 16	51 <sup>b</sup> $\pm$ 21
Hormonjod (% am Gesamtjod)	49 $\pm$ 15	41 $\pm$ 18
Periode	III (n=21)	IV (n=21)
Jodkonzentration ( $\mu\text{g/l}$ )	76 <sup>b</sup> $\pm$ 15	92 <sup>a</sup> $\pm$ 17
T <sub>4</sub> (nmol/l)	64 $\pm$ 12	58 $\pm$ 15
T <sub>3</sub> (nmol/l)	1,94 $\pm$ 0,43	1,82 $\pm$ 0,29
Jod in T <sub>3</sub> + T <sub>4</sub> ( $\mu\text{g/l}$ )	33 $\pm$ 6	30 $\pm$ 8
Hormonjod (% am Gesamtjod)	44 <sup>a</sup> $\pm$ 15	34 <sup>b</sup> $\pm$ 11

<sup>a,b</sup>: signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ )

Durch die Rapskuchenfütterung wurde der Jodgehalt im Blutserum im Vergleich zur Kontrollgruppe im zweiten Abschnitt um mehr als 60 % angehoben ( $P < 0,05$ ). In Periode IV konnte eine um etwa 20 % höhere Jodkonzentration im Blutserum im Vergleich zu Periode III ermittelt werden ( $P < 0,05$ ), dies bei vergleichbarer täglicher Jodaufnahme aller Tiere. Ein Effekt der GSL auf das Schilddrüsenhormon T<sub>3</sub> konnte nicht beobachtet werden. Beim T<sub>4</sub> wurde signifikant mehr im Blutserum in Periode II im Vergleich zu I gemessen. Der Jodanteil, der in den Schilddrüsenhormonen T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> lokalisiert ist, zeigt in den Perioden I und II eine Tendenz zu ungunsten der Rapskuchenfütterung. In Periode IV liegt der hormoneingebundene Anteil des Jods bei Rapskuchenfütterung auf signifikant niedrigerem Niveau ( $P < 0,05$ ) als in der Kontrolle mit Sojaextraktionsschrot.

Tabelle 5: Milchjodstatus (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung)

Variablen	Sojaextraktionsschrot	Rapskuchen
Periode	I (n=21)	II (n=21)
Milchjodkonzentration ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	182 <sup>a</sup> $\pm$ 95	62 <sup>b</sup> $\pm$ 29
Jodaufnahme (mg/Kuh/Tag)	15,8 $\pm$ 0,2	16,2 $\pm$ 0,5
Jod in Tagesmilchmenge (mg/Kuh/Tag)	5,8 <sup>a</sup> $\pm$ 3,2	1,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,9
Anteil an der Aufnahme (%)	36,4 <sup>a</sup> $\pm$ 19,7	11,3 <sup>b</sup> $\pm$ 5,4
Periode	III (n=20)	IV (n=20)
Milchjodkonzentration ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	254 <sup>a</sup> $\pm$ 60	61 <sup>b</sup> $\pm$ 20
Jodaufnahme (mg/Kuh/Tag)	15.8 $\pm$ 0.2	16.2 $\pm$ 0.3
Jod in der Tagesmilchmenge (mg/Kuh/Tag)	6.8 <sup>a</sup> $\pm$ 2.2	1.7 <sup>b</sup> $\pm$ 0.7
Anteil an der Aufnahme (%)	42.8 <sup>a</sup> $\pm$ 11.5	10.6 <sup>b</sup> $\pm$ 4.1

<sup>a,b</sup>: signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ )

Der Milchjodgehalt (Tab. 5) wurde in beiden Perioden mit Rapskuchenfütterung (Perioden II und IV), deutlich reduziert ( $p < 0,05$ ). Bei vergleichbarer Jodaufnahme im Bereich von 15,8 bis 16,2 mg pro Kuh und Tag verminderte sich die Jodausscheidung über die Milch im Mittel von 6,8 mg/Tag auf 1,7 mg/Tag durch Rapskuchenfütterung. Kalkuliert man die täglich über die Milch ausgeschiedene Jodmenge und setzt diese ins Verhältnis zur täglichen Jodaufnahme, so wird der durch die Milch ausgeschiedene Jodanteil an der Jodaufnahme um zwei Drittel bis drei Viertel reduziert.

## Diskussion und Schlussfolgerung

Der in vorliegender Studie verfütterte Rapskuchen wies mit 25,5 mmol GSL/kg und 196 g Rohfett/kg TM einen erhöhten Gehalt an GSL auf. Rechnet man den Gehalt an GSL auf fettfreie Masse um, so erhält man einen GSL Gehalt von 29 mmol/kg bei 910 g TM/kg. Im vorliegenden Fütterungsversuch lag die tägliche Aufnahme an GSL, bei unterstellter TM-Aufnahme an Rapskuchen von 3,6 kg/Kuh/Tag bei 104,4 mmol. Bei Franke et al. (2009) erhielten die Tiere Rapsextraktionsschrot und nahmen täglich ca. 13,5 mmol GSL auf. In beiden Studien wurde der Jodgehalt in der Milch um zwei Drittel bis drei Viertel vermindert. Aus diesen Daten ist wissenschaftlich



nicht zu erkennen, wo die Toleranzgrenze an GSL bei Wiederkäuern liegt. Aus diesem Grund ist die GfE-Empfehlung einer Verdopplung der Jodversorgung von 0,5 mg auf 1 mg/kg TM bei glucosinolathaltigen Futtermitteln in Milchkurrationen zu überdenken und es sollte eine Erhöhung auf das 4 bis 5 fache diskutiert werden.

## Literatur

- BASSLER, R. und H. BUCHHOLZ (2006): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Band II, III, eingeschlossen Ergänzungslieferungen. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 1993-2006, 309pp
- FECHER, P.A., I. GOLDMANN und A. NAGENGAST (1998): Determination of iodine food samples by inductively coupled plasma mass spectrometry after alkaline extraction. *J. Anal. Atom. Spectrom* 13, 977-982
- FRANKE, K., U. MEYER, H. WAGNER, H.O. HOPPEN und G. FLACHOWSKY (2009): Effect of various iodine supplementations, rapeseed meal application and two different iodine species on the iodine status and iodine excretion of dairy cows. *Livestock Science*, doi:10.1016/j.livsci.200904.012
- GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag
- KOCH, C. (2010): Futtermittelkundliche und ernährungsphysiologische Bewertung von Rapskuchen für Milchkühe. Dissertation, Landwirtschaftliche Fakultät Universität Bonn, 170 S.
- KUDRNA, V. und M. MAROUNEK (2006): The influence of feeding rapeseed cake and extruded soyabean on the performance of lactating cows and the fatty acid pattern of milk. *J. Anim. Feed Sci.* 15,361-370
- LEITERER, M., D. TRUCKENBRODT und K. FRANKE (2001): Determination of iodine species in milk using ion chromatographic separation and ICP-MS detection. *Eur. Food Res. Technol.* 213, 150-153
- SCHÖNE, F., M. LEITERER, P. LEBZIEN, D. BEMMANN, M. SPOLDERS und G. FLACHOWSKY (2009): Iodine concentration of milk in a dose-response study with dairy cows and implications for consumer iodine intake. *J. Trace Elements Med. Biol.*, doi:10.1016/j.jtemb.2009.02.004
- SCHÖNE, F. und R. RAJENDRAM (2009): Iodine in farm animals. In: V.R. Preedy, G.N. Burrow und R.R. Watson (eds.). *Comprehensive Handbook of Iodine. Nutritional, Pathological and Therapeutic Aspects*, 151-170
- SCHUMANN, W. (2005): Untersuchungen zum Glucosinolatgehalt von in Deutschland erzeugten und verarbeiteten Rapssaaten und Rapsfuttermitteln. *UFOP-Schriften*, Heft 27, 69 S.
- UNIVERSITÄT HOHENHEIM-DOKUMENTATIONSTELLE (Hrsg.) (1997): *DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer*, DLG-Verlag, Frankfurt a. Main
- VDLUFA (2003): *Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. Methodenbuch Band VII Umweltanalytik. 2. Auflage, Methode 2.2.2.3.: Bestimmung des Gehaltes an extrahierbarem Jod in Futtermitteln mittels ICP-MS*. VDLUFA-Verlag, Darmstadt

### Autorenanschrift:

Dr. Christian Koch  
Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle  
67728 Münchweiler an der Alsenz  
Tel.: 06302/60343  
e-mail: c.koch@neumuehle.bv-pfalz.de