



## DCAB – auch bei Rationen laktierender Kühe auf diesen Parameter achten

### TEIL 1

# Große Schwankungsbreiten bei der DCAB in Silagen

*Prof. Dr. Katrin Mahlkow-Nerge, Fachhochschule Kiel; Thomas Engelhard, LLFG LLG Sachsen-Anhalt, ZTT Iden; Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel, Freie Universität Berlin; Dr. Wolfram Richardt, LKSmbH Lichtenwalde*

Die gerade in jüngster Zeit intensiv geführte Diskussion um eine „GVO-freie“ Fütterung von Milchkühen, aber auch das Streben nach einer verbesserten Stickstoffeffizienz und folglich einer geringeren Stickstoffausscheidung führten bzw. führen bei zahlreichen Landwirten dazu, die wichtigste gentechnisch veränderte Komponente in Milchkuhrationen, das Sojaextraktionsschrot (SES), komplett zu ersetzen. Dass die Eiweißergänzung in Milchkuhrationen nach guter fachlicher Praxis auch bei hohem Milchleistungspotenzial der Kühe ausschließlich mit Rapsextraktionsschrot (RES) vorgenommen werden kann, ohne dass daraus geringere Futterraufnahmen und/oder Leistungen resultieren, zeigen mittlerweile zahlreiche praktische Erfahrungen sowie Ergebnisse aus Fütterungsversuchen, u.a. in den Versuchseinrichtungen LZ Haus Riswick, ZTT Iden

und LVZ Futterkamp (PRIES et al., 2012, Untersuchungen gefördert durch UFOP e.V.).

Mittlerweile ist deutschlandweit die Einsatzmenge an RES in vielen Milchkuhrationen stark gestiegen, während dessen die SES-Menge abgenommen hat. Damit einhergehen auch gewisse Veränderungen bei den Gehalten an bestimmten Mineralstoffen in den Rationen.

### Mineralstoffgehalte und DCAB beachten

RES und SES unterscheiden sich nämlich nicht nur in wesentlichen Nährstoffgehalten voneinander, sondern auch hinsichtlich ihrer Mineralstoffgehalte, besonders bei denen, die den Säure-Basen-Haushalt der Tiere beeinflussen (Übersicht 1).

**Übersicht 1:** Gehalte an Natrium (Na), Kalium (K), Chlor (Cl) und Schwefel (S) sowie DCAB-Werte von Rapsextraktionsschrot (RES) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES)

Futtermittel	K, g	Na, g	Cl, g	S, g	DCAB, meq	Quelle
	je kg TM					
RES	15,6	0,5	0,3	7,4	-48	LWK NRW, 2015
SES	24,4	0,2	0,4	4,7	324	
RES	15,4	0,5	0,4	7,9	-88	LfL Bayern, 2015
SES	22,0	0,2	0,5	4,8	258	

Als Orientierung für den zu erwartenden Effekt eines Futtermittels oder einer Futtermischung auf den Säure-Basen-Haushalt des Tieres dient die Kationen-Anionen-Bilanz (DCAB: dietary cation anion balance). Dabei werden nur die für den Säure-Basen-Haushalt relevanten starken Kat- und Anionen berücksichtigt. Diese haben aufgrund ihrer sehr hohen Absorptionsrate den größten Einfluss auf den Elektrolythaushalt des Tieres. Natrium, Kalium und Chlorid sind Ionen, die nicht metabolisierbar sind. Sie stellen die wesentlichen Einfluss-

größen des Säure-Basen-Haushaltes dar. Schwefel wird als Sulfat metabolisiert und hat eine direkte azidogene Wirkung (BLOCK, 1994).

Es gibt verschiedene Formeln zur Kalkulation der DCAB. Allen gemeinsam ist aber, dass das bedeutsamste pH-wirksame Kation Kalium eine große Gewichtung hierbei erfährt. An zweiter Stelle steht Natrium. Beide Kationen wirken in Richtung einer metabolischen Alkalose. Das Ausmaß einer solchen al-



kalischen Reaktion hängt aber auch sehr von der in der Ration vorhandenen Menge an starken Anionen ab. Die diesbezüglich bedeutsamsten Anionen sind Chlorid und Sulfat.

**Daher wird die DCAB am häufigsten wie folgt berechnet:**

$$\text{DCAB} = [\text{K}] + [\text{Na}] - [\text{Cl}] - [\text{S}]$$

Bei der Berechnung der DCAB muss das Äquivalentgewicht des Elementes beachtet werden. Der Säure-Basen-Haushalt wird wesentlich von der Quantität der elektrischen Ladung beeinflusst. Somit wird das Molekulargewicht durch die Anzahl der Ladungen dividiert.

Die Berechnung der DCAB erfolgt auf der Basis dieser 4 Elemente (Konzentrationsangaben in g/kg TM) unter Berücksichtigung derer Molekularmassen und Wertigkeit

$$\text{(DLG-Kompakt, 2010): DCAB [meq/kg TM]} = (43,5 \times \text{Na} + 25,6 \times \text{K}) - (28,2 \times \text{Cl} + 62,3 \times \text{S})$$

Im Zusammenhang mit der Fütterung von trockenstehenden Kühen, insbesondere in den letzten 14 Tagen vor der Kalbung im Hinblick auf die Vermeidung bzw. Reduzierung einer Milchfiebergefährdung kommt der DCAB eine sehr große Bedeutung zu. Allgemein gilt, dass mit größer werdender DCAB einer Ration, also einem Kationenüberschuss, eine metabolische Alkalose im Tier erzeugt und damit die Milchfiebergefahr vergrößert wird. Niedrige bzw. sogar negative DCAB-Werte hingegen geben einen Überhang an starken Anionen wieder, der mit einer Verschiebung des Säure-Basen-Haushaltes in Richtung einer metabolischen Azidose im Tier verbunden ist. Seitens der Wissenschaft und Beratung werden in Vorbereitung Rationen DCAB-Werte im Bereich von 50 meq/kg TM und darunter empfohlen.

DCAB auch in Rationen laktierender Kühe bedeutsam

Da die Kationen-Anionen-Verhältnisse in den Rationen gleichermaßen den Säure-Basen-Haushalt von laktierenden Kühen beeinflussen, existieren auch hier Empfehlungen bzgl. der einzustellenden DCAB. So strebt STAUFENBIEL (2000) Werte oberhalb von 200 meq/kg TM an und konkretisiert diese noch einmal auf einen Bereich zwischen 200 und 350 meq/kg TM (STAUFENBIEL et al., 2007).

Die Auswertungen zahlreicher Untersuchungen im Rahmen einer Metaanalyse von HU und MURPHY (2004) ergaben einen

signifikanten Zusammenhang zwischen der DCAB der Fütterung und der Futtermittelaufnahme einerseits sowie der Milchleistung andererseits. Dieser Zusammenhang stellt sich als eine negative quadratische Funktion dar (IWANIUK et al., 2015). Das bedeutet, dass sowohl niedrige als auch hohe DCAB-Werte negative Effekte bzgl. der Futtermittelaufnahme und der Milchleistung haben können bzw. dass beide Merkmale über die gezielte Steuerung der DCAB optimiert werden können.

Die höchste Futtermittelaufnahme wird nach HU und MURPHY (2004) bei einer DCAB von 400 meq/kg TM, die höchste Milchleistung bei einer DCAB von 340 meq/kg TM und die höchste FCM-Leistung bei einer DCAB von 490 meq/kg TM erzielt. Dabei ist zu beachten, dass diese Werte auf einer DCAB-Formel ohne Berücksichtigung des Schwefelgehalts basieren ( $\text{DCAB} = \text{Na} + \text{K} - \text{Cl}$ ). Bezieht man einen am Bedarf orientierten Schwefelgehalt der Ration von 2,1 g S/kg TM in die Berechnung mit ein, dann wurde in der Metaanalyse der beiden Autoren die höchste Futtermittelaufnahme bei der DCAB von 270 meq/kg TM, die höchste Milchleistung bei 210 meq/kg TM und die höchste FCM-Leistung bei einer DCAB von 360 meq/kg TM erreicht.

Diese Ergebnisse stimmen gut mit den Angaben von STAUFENBIEL et al. (2007) überein. Auch andere Autoren, wie z. B. APPER-BOSSARD et al. (2006), empfehlen unter Berücksichtigung von Schwefel einen DCAB-Bereich in Rationen für laktierende Kühe zwischen 150 und 300 meq/kg TM bzw. zwischen 230 und 330 meq/kg TM (CHAN et al., 2005).

Kühe sind von jeher Pflanzenfresser und nehmen von Natur aus Futter mit deutlich positiver DCAB auf. Ein zu hoher DCAB-Wert aber um 500 meq/kg TM ist nach CHAN et al. (2005) mit negativen Effekten verbunden. Gleiches gilt bei einem niedrigen DCAB-Wert um 0 meq/kg TM (APPER-BOSSARD et al., 2006). Eine zu starke Auslenkung der Kationen-Anionen-Bilanz in einen niedrigeren oder sogar negativen Bereich kann zu einer unerwünschten und schädigenden metabolischen Azidose mit negativen Folgen bzgl. der Stoffwechsel- und Klauengesundheit führen und sollte daher unbedingt vermieden werden.

IWANIUK et al. (2015) betonen, dass der Einfluss der DCAB auf die Leistungsfähigkeit von laktierenden Kühen weiterer Untersuchungen bedarf. Grundsätzlich wird der DCAB eine



größere Bedeutung als der Konzentration der Einzelemente zugesprochen, insbesondere der Kationen Na und K (TUCKER et al., 1988; WEST et al., 1992; HU u. KUNG, 2009). Eine Ausnahme bildet Schwefel, dessen Gehalt unter Kontrolle bleiben muss (FELIX et al., 2014).

Aufgrund des im Vergleich zum SES höheren S-Gehaltes und deutlich niedrigeren K-Gehaltes ergibt sich für RES allgemein eine wesentlich geringere und i.d.R. negative DCAB, die dann in Rationen, in denen größere RES-Mengen eingesetzt wer-

den, durchaus zu einer DCAB im Bereich unter 200 meq/kg TM führen kann.

### Große Schwankungsbreiten

Dabei sind selbstverständlich auch die schwankenden Mineralstoffgehalte und folglich unterschiedliche Kationen-Anionen-Bilanzen im RES zu beachten, wie z.B. Ergebnisse aus den Futterwertuntersuchungen im Rahmen des UFOP-Monitorings zeigen (WEBER, 2015) (Übersichten 2 und 3).

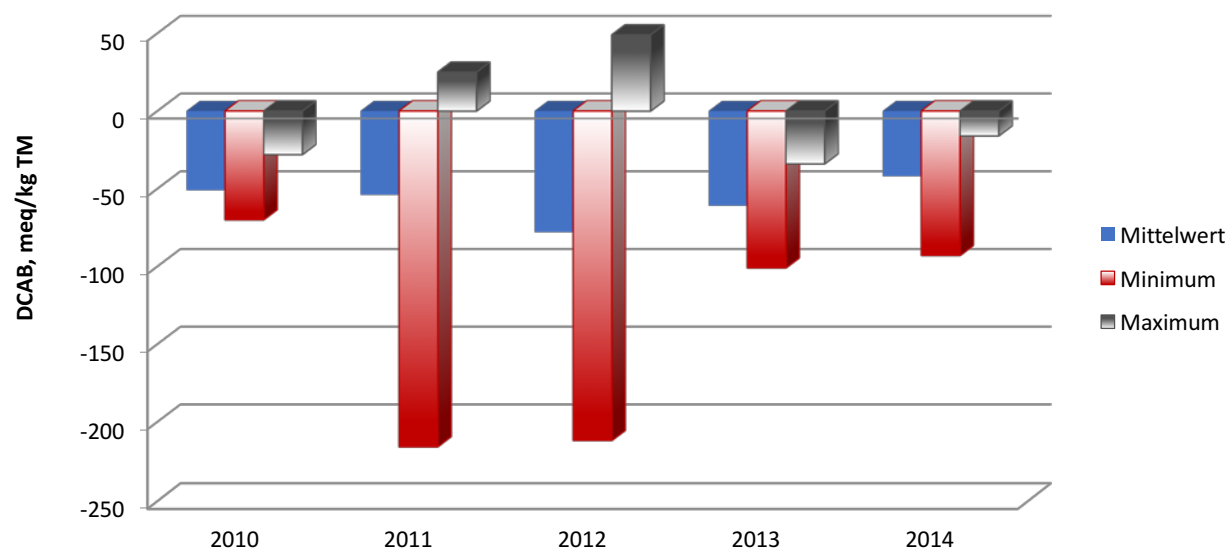
**Übersicht 2:** Gehalte an Natrium (Na), Kalium (K), Chlor (Cl) und Schwefel (S) sowie DCAB-Werte von Rapsextraktionsschrot (RES) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES)

Merkmal	K, g	Na, g	Cl, g	S, g
	je kg TM			

Probenzahl in den Jahren 2010/2011/2012/2013/2014: 10/10/32/56/17

Mittelwert				
RES	15,6	0,5	0,3	7,4
SES	24,4	0,2	0,4	4,7
RES	15,4	0,5	0,4	7,9
SES	22,0	0,2	0,5	4,8
Spannweite (Min-Max)				
2010	13,4 – 15,4	0,1 – 0,8	0,1 – 0,4	6,4 – 7,1
2011	12,5 – 15,8	0,1 – 1,7	0,1 – 0,4	6,3 – 9,0
2012	12,0 – 14,3	0,1 – 3,6	0,03 – 0,4	6,9 – 9,3
2013	13,5 – 15,6	0,1 – 2,6	0,2 – 0,4	6,1 – 7,5
2014	13,4 – 15,2	0,1 – 0,7	0,1 – 0,2	6,4 – 7,0

**Übersicht 3:** DCAB-Werte (Mittelwerte und Schwankungsbreite, meq/kg TM) bei RES im Rahmen des UFOP-Monitorings (WEBER, 2015)





Durchschnittlich ergab sich für die untersuchten RES-Proben eine DCAB von -57 meq/kg TM. Ähnliche Ergebnisse brachten die Analysen einer anderen RES-Stichprobe in der LKSmbH Lichtenwalde.

Aus den veränderten Relationen zwischen den bestimmenden Mengenelementen resultierte jedoch eine durchschnittliche DCAB von -100 meq/kg TM (Übersicht 4).

**Übersicht 4:** Mittelwerte und Schwankungsbreite bei den Gehalten an Natrium (Na), Kalium (K), Chlor (Cl) und Schwefel (S) sowie den DCAB-Werten bei RES (159 Proben der Jahre 2007-2016, LKSmbH Lichtenwalde, RICHARDT, 2017)

Merkmal	K, g	Na, g	Cl, g	S, g	DCAB, meq
	je kg TM				
Mittelwert	13,6	0,6	0,5	7,3	-100
Standardabweichung	1,1	0,4	0,2	0,6	41
Minimum	8,1	0,0	0,2	4,6	-221
Maximum	18,6	1,8	1,8	9,0	17

Diese insgesamt noch niedrigere DCAB im RES bestätigten auch die Untersuchungen in den letzten Jahren am ZTT Iden. Im Rahmen der durchgeführten Fütterungsversuche sowie darüber hinaus auch im Rahmen der Fütterungsroutinen in der Milchkuherde wurden die eingesetzten RES-Chargen regelmäßig analysiert. Im Mittel der 21 untersuchten RES-Proben (der Jahre 2012-2017) lag die DCAB bei -128 meq/kg TM (Standardabweichung: 26 meq/kg TM). Im Vergleich dazu betrug die DCAB des zuletzt in Versuchen am ZTT Iden eingesetzten SES 335 meq/kg TM (2012/13: n = 8, Standardabweichung: 36 meq/kg TM).

### DCAB-Werte in Rationen laktierender Kühe

Rationen, die nur mit RES als Eiweißfuttermittel ergänzt werden und kein SES enthalten, weisen allgemein eine geringere DCAB auf als Rationen mit Zulagen von SES oder der Kombination von RES und SES. So wird bei größeren Einsatzmengen an RES oftmals keine DCAB von > 200 meq/kg TM erreicht. Bei hohen RES-Anteilen ist, die Umsetzung einer guten fachlichen Fütterungspraxis im Bereich der Energie- und Nährstoffversorgung vorausgesetzt, in gebräuchlichen Rationen eine unterhalb der oben erwähnten Empfehlungen liegende DCAB wahrscheinlich.

Beispielhaft dafür ist in der Übersicht 6 eine typische Ration (TMR) für die Gruppe 2 der laktierenden Kühe (> 60. Laktationstag, Hochleistungsphase) der Herde des ZTT Iden dargestellt. Für die DCAB der betriebseigenen bzw. zugekauften Einzelfuttermittel sind die Analysenmittelwerte aller

dazu jeweils untersuchten Proben der Jahre 2015 und 2016 eingesetzt worden. Im Vergleich dazu wurden unter Verwendung dieser mittleren Gehaltswerte der Einzelfuttermittel eine Ration mit hohem Mais- und eine mit hohem Grassilageanteil nach vorgegebenen Zielwerten berechnet.



Insbesondere Grassilagen weisen nicht nur sehr unterschiedliche K-Gehalte, sondern auch, je nach Düngung, Niederschlägen und Boden, verschiedene Gehalte an Cl und S auf; daher ist eine vollständige Futtermittelanalyse notwendig.

**Übersicht 5:** DCAB-Werte verschiedener Rationstypen im Vergleich zur Hochleistungsration in Iden

(Zielwerte: 24,5 kg TM, > 40 kg Milch/Kuh/Tag,  $\geq 7,1$  MJ NEL/kg TM,  $\geq 160$  g Rohprotein nXP/kg TM, RNB 0, < 290 g Stärke + Zucker/kg TM,  $\geq 120$  g strukturwirksame Rohfaser und  $\geq 290$  g NDF/kg TM)

Futtermittel bzw. Gehalt	DCAB, meq/kg TM	Ration Iden aktuell	Grassilagereiche Ration	Maissilagereiche Ration
		kg TM/Kuh/Tag		
Maissilage	100	5,2	4,0	10,0
Grassilage, 1. Schnitt	450	4,3	9,0	3,6
Luzernesilage	410	2,6	-	-
Stroh	165	0,7	0,3	0,8
Pressschnittsilage	-15	1,3	1,3	1,3
melass. Trockenschnitzel	60	0,7	-	0,7
Mais-Getreide-Mix	35	3,5	3,6	1,6
Feuchtkornmais	25	2,4	2,0	1,7
RES	-130	3,8	4,3	4,7
<b>Gehalt, je kg TM</b>				
K, g		13,2	14,7	11,1
S, g		2,6	2,6	2,5
DCAB, meq		135	165	90

Ergänzungen mit Mineralfutter, bei Bedarf Futterkalk, Harnstoff

Die DCAB-Werte der drei dargestellten praxisrelevanten, RES-betonten Rationen liegen zwischen 90 und 165 meq/kg TM. Hier ordnet sich auch die DCAB der maissilagebetonten,

RES-reichen Ration einer Praxisherde in Weesby, im Norden Schleswig-Holsteins, ein (Übersicht 7).

**Übersicht 6:** Rationszusammensetzung, Mineralstoffgehalte und DCAB der Ration für die Hochleistungsgruppe (23 kg TM-Aufnahme, 40 kg Milch/Kuh und Tag) in Weesby

Futtermittel bzw. Gehalt	Einheit	
Maissilage	kg TM/Kuh und Tag	9,2
Grassilage 1.Schnitt (sehr XF-reich)		4,3
Roggen		1,7
Körnermais		1,2
melass. Trockenschnitzel		1,3
RES		5,0
<b>Gehalt</b>		
K	g/kg TM	15,4
Ca		7,0
Na		1,6
Cl		5,6
S		2,6
DCAB	meq/kg TM	144

Ergänzung mit Mineralfutter, Futterkalk, Viehsalz und Harnstoff



Damit liegt die DCAB aller vorgestellten Rationen unterhalb der angegebenen bzw. empfohlenen Bereiche.

Im Zusammenhang mit sehr geringen Werten der DCAB werden mögliche nachteilige Effekte auf den Säure-Basen-Haushalt (metabolische Azidose) diskutiert. Beobachtungen aus der Praxis lassen dies insbesondere bei einer DCAB um 0 oder verstärkt im negativen Bereich und bei deutlich über den Empfehlungen liegenden Gehalten an Schwefel (Normbereich 2,0 – 2,2 g S/kg TM, physiologischer Grenzwert 4,0 g/kg TM) erwarten. Ebenfalls könnten sehr niedrige DCAB-Werte und erhöhte S-Gehalte zum unerwünschten Rückgang der Futteraufnahmen führen bzw. beitragen.



## DER DIREKTE DRAHT

### Prof. Dr. Katrin Mahlkow-Nerge

Fachhochschule Kiel

Tel.: 04331/845138

E-Mail: [katrin.mahlkow-nerge@fh-kiel.de](mailto:katrin.mahlkow-nerge@fh-kiel.de)

### Thomas Engelhard

LLFG LLG Sachsen-Anhalt, ZTT Iden

Telefon: 039390 6-325

E-Mail: [thomas.engelhard@llg.mlu.sachsen-anhalt.de](mailto:thomas.engelhard@llg.mlu.sachsen-anhalt.de)

Stand: Mai 2017

### Literaturquellen

**Apper-Bossard, E., Peyraud, J. L., Faverdin, P., Meschy, F., 2006:** Changing dietary cation-anion difference for dairy cows fed with two contrasting levels of concentrate in diets. *J. Dairy Sci.* 89, 749-760

**Block, E., 1994:** Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally diseases, productivity and metabolic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77, 1437-1450

**Chan, P. S., West, J. W., Bernard, J. K., Fernandez, J. M., 2005:** Effects of dietary cation-anion difference on intake, milk yield, and blood components of the early lactation cow. *J. Dairy Sci.* 88, 4384-4392

**DLG-Kompakt, 2010:** Erfolgreiche Milchfieberprophylaxe. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 33

**Felix, T. L., Long, C. J., Metzger, S. A., Daniels, K. M., 2014:** Adaption to various sources of dietary sulfur by ruminants. *J. Anim. Sci.* 92, 2503-2510

**Hu, W., Murphy, M. R., 2004:** Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 87, 2222-2222

**Hu, W., Kung, L., 2009:** Effect of dietary ratio of Na:K on feed intake, milk production, and mineral metabolism in mid-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 2711-2718

**Iwaniuk, M. E., Weidman, A. E., Erdman, R. A., 2015:** The effect of dietary cation-anion difference concentration and cation source on milk production and feed efficiency in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 1950-1960

**Pries, M., Mahlkow-Nerge, K., Engelhard, T., Meyer, A., Steingäß, H., 2012:** Einsatz von Raps- und Sojaextraktionsschrot in der Fütterung von Kühen mit hoher Milchleistung und unterschiedlichen Anteilen an Maissilage in der Grobfütterung – Teil 2 Fütterungsversuche. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung.* Fulda, 14. und 15.03.2012, 45-48

**Staufenbiel, R., Gelfert, C. C., Hof, K., Westphal, A., Daetz, C., 2007:** Einfluss verschiedener Varianten der Trockensteher- und Transitzuhfütterung auf die Tiergesundheit und die Leistung. In: *Tagungsbericht 2007: 10. Symposium "Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen"*, Neuruppin, 25.10.2007. Lübke Druck u. Design, Neuruppin, ISBN 978-3-9813409-0-7

**Tucker, W. B., Harrison, G. A., Hemken, R. W., 1988:** Influence of dietary cation-anion balance on milk, blood, and rumen fluid in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 71, 346-354

**Weber, M., 2015:** Ergebnisse des UFOP-Monitorings 2014 zur Qualität von Rapsextraktionsschrot. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung.* Fulda, 14. und 15.03.2015, 69-71

**West, J. W., Haydon, K. D., Mullinix, B. G., Sandifer, T. G., 1992:** Dietary cation-anion balance and cation source effects on production and acid-base status of heat stressed cows. *J. Dairy Sci.* 75, 2776-2786

### Redaktion Proteinmarkt

c/o AGRO-KONTAKT  
Bahnhofstraße 36, 52388 Nörvenich

Tel.: (0 24 26) 90 36 14

Fax: (0 24 26) 90 36 29

eMail: [info@proteinmarkt.de](mailto:info@proteinmarkt.de)

[www.proteinmarkt.de](http://www.proteinmarkt.de)

proteinmarkt.de ist ein Infoangebot vom Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V. (OVID) in Zusammenarbeit mit der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP).