

Glycerin – Möglichkeiten und Grenzen als Rationskomponente für die Hochleistungskuh



Dr. Angela Schröder

*Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH,
Neuruppin/OT Wuthenow*

Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum

*Institut für Tierwissenschaften, Abt. Tierernährung,
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn*

Zusammenfassung

Dieser Beitrag gibt eine Übersicht über die Einsatzpotenziale von Glycerin als Nebenprodukt der Biodieselproduktion. Glycerin ist ein vielseitiges Futtermittel speziell auch für Wiederkäuer. Daten über Umsetzungen im Pansen deuten darauf hin, dass Glycerin schnell abbaubare Kohlenhydrate ersetzen könnte und daher nicht in direkter Konkurrenz zum Propylenglykol mit seinen nachgewiesenen antiketotischen Eigenschaften zu sehen ist, obwohl es chemisch dem Propylenglykol sehr ähnlich ist.

Erwachsene Rinder können bis zu 1000 g Glycerin aufnehmen, wenn es gegen schnell abbaubare Kohlenhydratträger ausgetauscht wird. Der süße, bei Rohglycerinen auch süß-salzige Geschmack kann sich positiv auf die Futteraufnahme auswirken. Dazu sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich.

Es gibt erhebliche Qualitätsunterschiede zwischen Rohglycerinen auf dem Markt, aber nicht alle Qualitäten entsprechen den Anforderungen des Futtermittelgesetzes und der Positivliste, so dass dringend entsprechende Zertifikate eingefordert werden sollten. Die Schmackhaftigkeit oder der Geschmack, bei Rohglycerinen bisweilen als technisch-bitter charakterisiert, kann analytisch bisher nicht erfasst werden.

Der Energiegehalt vom Glycerin liegt bei ca. 9,5 MJ NEL/kg. Widersprüchliche Ergebnisse verschiedener Versuche erfordern jedoch weitere Untersuchungen. Neuere Untersuchungen zeigen, dass die Effizienz der Energieverwertung bei glycerin- oder propylenglykolhaltigen Rationen unterschiedlich zu sein scheint, denn die

Glyceringruppen realisierten bei gleicher Milchmenge höhere Futteraufnahmen und zeigten andererseits keine Unterschiede zur Propylengruppe in der Rückenfettdicke und in der Lebendmasseveränderung. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um das Potenzial von Glycerin in der Milchviehfütterung vollständig zu erfassen, besonders auch die Frage, ob Glycerin in Konkurrenz zur Melasse zu sehen ist und welche Rationstypen besonders geeignet bzw. ungeeignet sind. Abschließend werden aktuelle, in der Praxis bewährte Empfehlungen zu den Einsatzmengen von Glycerin, auch in Kombination mit Propylenglykol, gegeben.

Summary

Glycerol – Potentials and limits as diet ingredient for the high-yielding dairy cow

This paper briefly reviews utilization of glycerol as a by-product from biodiesel production. Glycerol is a versatile feeding stuff in particular for ruminants. Data on ruminal turnover of glycerol would suggest that it should replace rapidly fermentable carbohydrates and thus, is not a direct competitor of propylene glycol of which the antiketotic feature is well documented-although glycerol and propylene glycol are chemically very similar. Mature cattle can consume (and like!) considerable quantities of glycerol (1 kg/d) when replaced for rapidly fermentable carbohydrates. Further, it may be speculated that the sweet (-salty) taste of glycerol may improve intake of diets but this still needs to be investigated.

The quality of crude glycerol which is available at the market differs considerably and not all are in accordance with the feedstuff law and the »Positive List« of authorised feed materials in Germany. Therefore the user should always request certificates. Sometimes the taste of crude glycerol is characterized as being »technical« and bitter but not sweet-salty and at the moment is not possible to verify this analytically.

The NEL concentration for ruminants is approximately 9.5 MJ/kg of glycerol. Conflicting results from trials on dairy cows indicate that more research is necessary to define conditions that allow glycerol to be used advantageously. The most recent data indicates that complete diets containing glycerol may be (slightly) more palatable than diets supplemented with propylene glycol, thus stimulating DM intake. As greater intakes by cows did not result in an increased milk or milk component yield, processes of energy and nutrient conversion in the propylene glycol groups of these two trials likely were more efficient than those in the glycerol groups. Further

labour is thus required to fully explore the potential of glycerol in dairy cow diets and the potential to replace molasses as a very palatable component but type of diet seems to play an important role. -Finally recommendations for glycerol derived from practically proved diets for dairy cows are shown.

Резюме

Глицерин – возможности и пределы как составная часть рационов для высокодойных коров.

В данном докладе дается перечень о потенциалах применения глицерина, который получается как побочный продукт при производстве биодизеля. Глицерин является многосторонним кормовым средством, особенно для жвачных. Данные о его превращении в рубце показывают, что он мог бы заменить быстро разложимые углеводы и поэтому в нем нельзя видеть конкуренции к пропиленгликоли с его доказанными противокетотическими свойствами, хотя он по своим химическим свойствам близко к пропиленгликоли.

Взрослый крупный рогатый скот может поедать до 1000 г глицерина, если им заменяют быстро разложимые углеводы. Сладкий, у сырых глицеринов и сладко-солончатый вкус, может положительно влиять на поедаемость. Но требуются дальнейшие исследования по этому вопросу. Имеются существенные различия в качестве сырых глицеринов, которые имеются на рынке. Но не все качества соответствуют требованиям закона о кормовых средствах и «позитивному списку», так что требуются сертификаты для отдельных партий. Вкус, который у сырых глицеринов иногда характеризуется техническим-горьким, пока не возможно аналитически определить. Содержание энергии глицерина составляет около 9,5 МДж НЭЛ/кг. Но про-тиворечивые результаты разных опытов требуют дальнейших исследований. Более новые исследования показывают, что эффективность использования энергии рационов, содержащих глицерин или пропиленгликоль кажется различной, так как группы животных с кормлением глицерина реализовали при одинаковом удое более высокое поедание, но не показали различий к группе, которую кормили с пропиленгликолем, спинном жире и в изменении живой массы. Дальнейшие исследования необходимо для выяснения потенциала глицерина, особенно и для ответов на вопрос, является ли глицерин конкуренцией для мелассы и на вопрос о подходящих и неподходящих типах рационов. В заключении даются актуальные, на практике испытанные рекомендации по количествам глицерина, также в комбинации с пропиленгликолем, в кормовых рационах.

Einleitung

In der Phase der negativen Energiebilanz zum Laktationsstart nutzen fast alle Kühe Körperfett als Energiereserve. Dieses ist bis zu einem gewissen Ausmaß ein notwendiger und physiologischer Prozess. Wenn der Energiemangel aber besonders stark ausgeprägt ist und zu viel Körperfett zu schnell mobilisiert wird, besteht das Risiko von Ketoseerkrankungen, die mit erheblichen Kosten und Folgeerkrankungen verbunden sind. Es stellt sich die Frage, inwieweit die Fütterung von Glycerin helfen kann, diese Energielücke zu schließen, Ketoseerkrankungen zu reduzieren und Propylenglykol, dessen Wirkung zur Ketoseprophylaxe als gesichert gilt und das chemisch dem Glycerin sehr ähnlich ist, zu ersetzen.

Warum Glycerin?

Die Hinwendung zu erneuerbaren Energiequellen in der EU hat unter anderem zu einer Zunahme der Erzeugung von Biotreibstoff aus Rapsöl, vor allem in Form von Rapsölmethylester (RME) oder »Biodiesel« geführt. Dabei entsteht Glycerin als Koppelprodukt (KÖRBITZ et al., 2003; FRIEDRICH, 2004):

100 Liter Öl + 10 Liter Methanol ergeben 100 Liter Biodiesel + 10 Liter Glycerin.

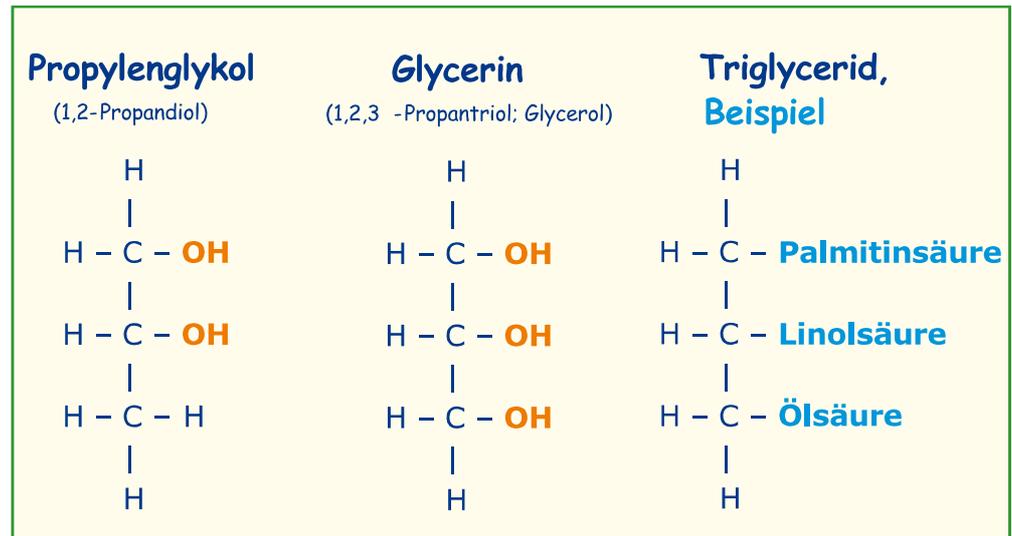
Aufgrund steigender Preise für Propylenglykol und sinkender Preise für Glycerin veränderten sich die Preisrelationen zwischen beiden Produkten zugunsten des Glycerins.

In Abb. 1 sind die Strukturformeln von Propylenglykol, Glycerin und einem Triglycerid dargestellt. Glycerin ist ein 3-wertiger Alkohol. Es ist dem Stoffwechsel des Wiederkäuers als Baustein »bekannt«, denn es steckt als Grundgerüst in allen Fetten (Triglyceride). In diesem Fall ist das Glycerin dreifach mit Fettsäuren verestert. Meist sind es verschiedenartige, seltener gleichartige Fettsäuren, die in einem Triglycerid vereinigt sind. Allein über Gras- und Maissilage mit ca. 3-4% Rohfett in der TM nehmen Kühe täglich ca. 400 g Rohfett auf, wovon jedoch nur etwa die Hälfte Triglyceride sind.

Aufgrund des süßen Geschmacks des Glycerins könnte die Futteraufnahme, besonders bei Rationen mit unzulänglichen geschmacklichen Eigenschaften, positiv beeinflusst werden (z. B. bei bestimmten Silagen), was gegenüber dem süß-bitteren Propylenglykol ein deutlicher Vorteil wäre.

Abb. 1

Propylenglykol,
Glycerin
und Triglycerid



Forschungsergebnisse aus den 50er und den 70er Jahren zeigten, dass Glycerin einen Anstieg an Glucosevorstufen bewirkt und damit zur Vorbeugung gegen Ketose bei Milchkühen beitragen kann (FORSYTH, 1953; JOHNSON, 1955; FISHER et al., 1973; SAUER et al., 1973). Neuere Arbeiten mit Glycerin in Rationen für Mastbullen (PICHLER und FRICKH, 1993) und Milchkühen (KHALILI et al., 1997; DeFRAIN et al., 2004; BODARSKI et al., 2005) haben hingegen uneinheitliche und widersprüchliche Befunde ergeben. Versuche am Zentrum für Tierhaltung und Technik der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt in Iden (ENGELHARD et al., 2006) und am Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp (MAHLKOW-NERGE, 2006) sowie Ergebnisse einer tschechischen Untersuchung (PECHOVÁ et al., 2007) lassen auf unterschiedliche physiologische Wirkungen von Glycerin und Propylenglykol schließen.

Qualität von (Roh-)Glycerin

Reines Glycerin (99%) ist seit langem zugelassen als Futterzusatzstoff E 422, und Rohglycerin ist seit April 2006 in der Positivliste (NORMENKOMMISSION FÜR EINZELFUTTERMITTEL IM ZENTRALAUSSCHUSS DER DEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFT, 2006, 2007) aufgeführt (Abb. 2). Dennoch entspricht die Qualität des auf dem Markt angebotenen Rohglycerins bei weitem nicht immer der Futtermittelqualität, da aufwändige Reinigungsschritte möglicherweise aus Kostengründen nicht immer im erforderlichen Ausmaß durchgeführt werden. Diese Qualitäten werden dann häufig zu sehr niedrigen Preisen angeboten. Um sich eine Übersicht über handelsübliche Glycerinqualitäten zu verschaffen, wurden 2007 vom DLG-ARBEITSKREIS FÜTTERUNGSREFERENTEN DER LÄNDER bundesweit 17 Glycerinproben gezogen und analysiert (Abb. 3).

" Positivliste für Einzelfuttermittel"

(Normenkommission für Einzelfuttermittel im Zentrallausschuss der Deutschen Landwirtschaft, 2007)

Angaben	Glycerin	Glycerin, roh
Kenn-Nr.	12.07.02	12.07.03
Glycerin	Minimum 99 %	Minimum 80 %
Wasser	-	Angabe erforderlich
Rohasche	-	Angabe erforderlich
Chlorid	-	Angabe erforderlich, als NaCl, wenn NaCl > 1 %
Kalium	-	Angabe erforderlich, wenn K > 1 %
Methanol	0 %	Maximum 0,2 %
Bemerkungen	-	Auf ausreichende Wasserversorgung achten
Datenblatt erforderlich		

Abb. 2 Anforderungen der Positivliste an reines und rohes Glycerin

Glycerin-Monitoring, bundesweit 17 Proben (DLG-Arbeitskreis Fütterungsreferenten der Länder)

Parameter	Proben (min-max)	Positivliste	Anzahl Proben, die Positivliste genügen
Glycerin	62 - 85 %	min. 80 %	3
Methanol	alle < 0,5 %	max. 0,5 (seit Sept. 07: 0,2 %)	17
Wasser	4 - 26 %	Angabe	
Rohasche	1 - 6 %	Angabe	
Chlorid	berechnet 0,1 - 10,7 %	Angabe als NaCl, wenn > 1 % NaCl	
Natrium	0,1 - 4,2 %		
Kalium	0 - 3,4 %	Angabe, wenn > 1 %	(11 x < 1 %)

Abb. 3 Glycerin-Monitoring 2007

Die Glycingehalte variierten von 65 bis 84 %, und von 17 Proben erfüllten lediglich drei Proben die Anforderungen hinsichtlich des Glycingehaltes. Die Art und die Menge an Salzen im Rohglycerin hängen vom technischen Verfahren der Biodieselherstellung ab. Je nach verwendeter Lauge (NaOH oder KOH) und Säure (HCl oder H₂SO₄) entstehen verschiedene Salze: NaCl, KCl, Na-Sulfat (Glaubersalz) oder K-Sulfat, die auch erheblichen Einfluss auf den Geschmack haben können.

Die Ergebnisse dieses Monitorings machen deutlich, wie wichtig es ist, dass sich der Käufer über die Qualitätsanforderungen, wie in Abb. 4 zusammengefasst, im Klaren sein muss und entsprechende Zertifikate einfordern sollte.

Die Firma Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH handelt Rohglycerin in Futtermittelqualität. Das Unternehmen ist nach Futtermittelhygiene-Verordnung (EG) Nr. 183/2005 registriert und entspricht den obigen Anforderungen durch ein umfangreiches Qualitäts-Management-System. Es erfolgt eine regelmäßige Zertifizierung nach QC, GMP+ sowie DIN EN ISO 9001:2000-12 und DIN EN ISO 14001:1996-10. Auch die Spedition ist GMP+-zertifiziert.

Problematisch zu erfassen ist und bleibt die Sensorik. Entgegen der geläufigen Meinung, dass Glycerin immer süß oder süß-salzig schmeckt, wird auch Ware angeboten, deren Sensorik als bitter und technisch beschrieben wird. Analytisch ist dieses bisher nicht zu erfassen, so dass dem gewissenhaften Landwirt nur die persönliche Geschmacksprobe zur Überprüfung bleibt.

Wichtig für die Entnahme aus Vorratsbehältern und die gleichmäßige Verteilung von flüssigen Futtermittelzusätzen in der Futtermischung ist die Kenntnis über die Viskosität in Abhängigkeit von der Lagertemperatur. Wie eigene Messungen (KORN und PIEPER, 2006) zeigen, ist Rohglycerin in Abhängigkeit von der Temperatur unterschiedlich gut fließ- und pumpfähig. Durch Wasserzugabe kann die Fließfähigkeit erheblich verbessert werden (Abb. 5). Empfohlen wird deshalb, in der kalten Jahreszeit dem Rohglycerin soviel Wasser zuzugeben, dass ein Glycingehalt von 70-75 % eingestellt wird. Für die Praxis heißt das: Ein 1000 Liter-Behälter wird vorab mit ca. 100-160 Litern Wasser gefüllt und dann auf 1000 Liter mit dem Rohglycerin aufgefüllt. So erhält man Rohglycerin mit 75 % (bzw. 70 %) Glycerin. Die Fließfähigkeit entspricht dann der von Propylenglykol.

1. Der Glycerin-Lieferant muss nach Futtermittelhygiene-Verordnung (EG) Nr. 183/2005 registriert und nach GMP oder QS zertifiziert sein.
2. Wenn nach HACCP-Konzept gearbeitet wird: Vorsicht bei Mehrwegbehältern (Hygieneprobleme)!
3. Rohglycerin aus Rapsöl in Futtermittelqualität GMO-frei
4. Bei loser Ware: Spedition muss GMP+ zertifiziert sein.
5. Jeder Rohglycerin-Lieferung muss ein Analysenzertifikat der gelieferten Ware beigelegt sein (mind. 80 % Glycerin, max. 0,2 % Methanol).
6. Die Inhaltsstoffe der gelieferten Ware müssen deklariert sein (Glycerin; Wasser; Rohasche; NaCl, wenn > 1 %; Kalium, wenn > 1 %).
7. Rohglycerin muss die Anforderungen des geltenden Futtermittelrechtes erfüllen und darf keine unerwünschten und verbotenen Stoffe gemäß Anlage 5 und 6 der Futtermittelverordnung enthalten.
8. Das Rohglycerin sollte eine gute Sensorik aufweisen (es soll süß-salzig schmecken, keinesfalls bitter; analytisch bisher nicht greifbar).

Abb. 4 Qualitätsanforderungen an Rohglycerin

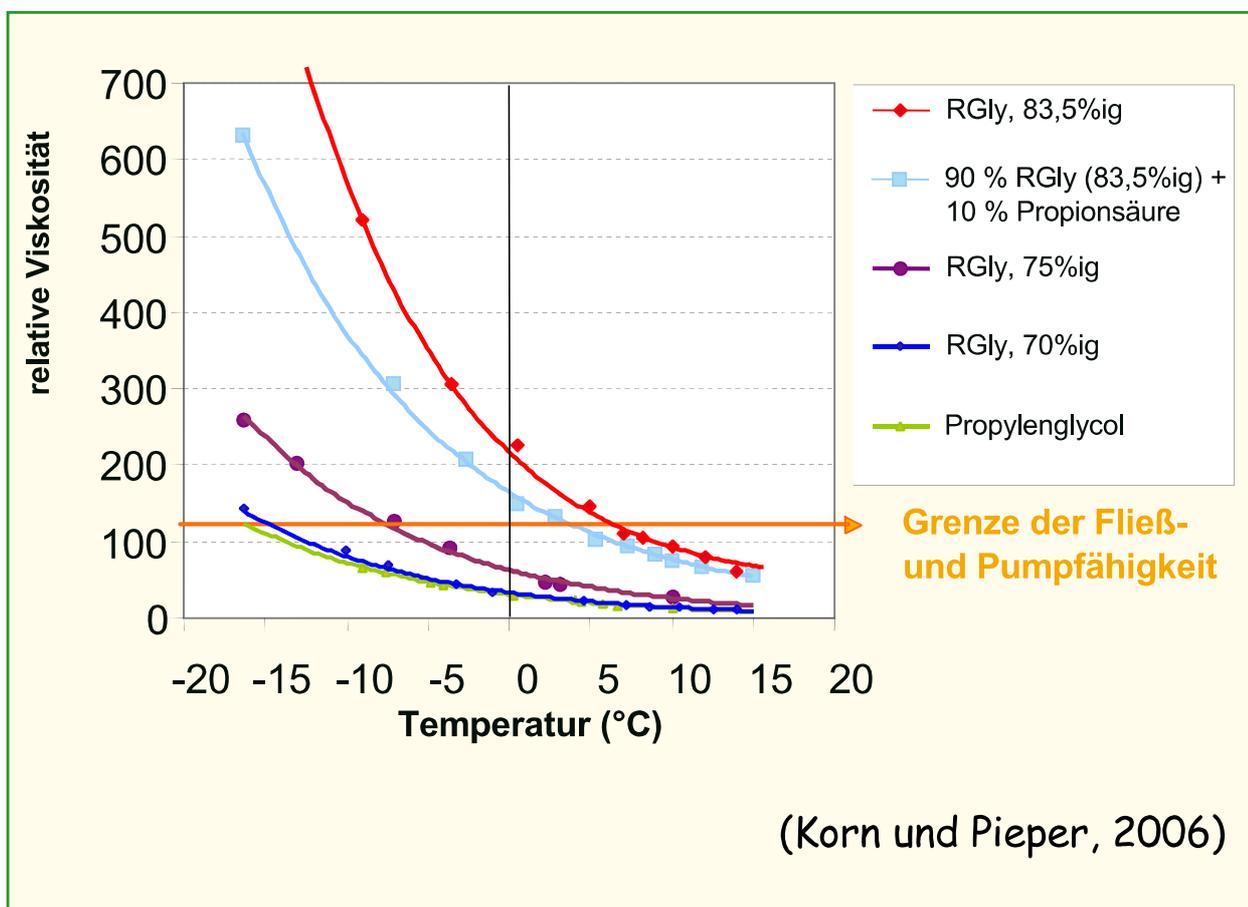


Abb. 5 Relative Viskosität von Rohglycerin in Abhängigkeit von der Temperatur

Energiegehalt von Glycerin

In Abb. 6 sind Energiegehalte von Reinglycerin dargestellt, die aus Verdauungsversuchen am Hammel abgeleitet wurden (SÜDEKUM und SCHRÖDER, 2002). Die Rationen enthielten stärkereiches bzw. stärkearmes Konzentratfutter mit unterschiedlichen Anteilen an Glycerin (5 bis 20% in der TM). In Kombination mit stärkearmem Konzentratfutter waren die Energiegehalte im Mittel um 1,4 MJ NEL /kg höher als in Kombination mit stärkereichem Konzentratfutter. Dagegen hatte der Glycerinanteil nur einen geringen Einfluss auf die ermittelten Energiegehalte. Für die Kombination mit stärkereichem bzw. stärkearmem Konzentratfutter wurden mittlere Energiegehalte von 8,3 bzw. 9,7 MJ NEL/kg abgeleitet, wobei der zweite Wert sehr gut mit dem von LEBZIEN und AULRICH (1993) angegebenen Wert von 9,5 MJ NEL/kg Glycerin übereinstimmt. Sie liegen jedoch niedriger als die auf Basis theoretischer Ableitungen (11,1, MJ NEL/kg, basierend auf 18,1 MJ Bruttoenergie/kg [STEINGASS, 2005]) erwarteten. Diese Differenz könnte auf den Einfluss der Pansenfermentation, den postabsorptiven Stoffwechsel und/oder auf Begrenzungen von Verdauungsversuchen zurückzuführen sein. Daten über Umsetzungen im Pansen deuten darauf hin, dass Glycerin schnell abbaubare Kohlenhydrate ersetzen könnte und im Energiegehalt dem von schnellfermentierbaren Kohlenhydratträgern, wie z. B. Weizen, entspricht (SCHRÖDER und SÜDEKUM, 2002).

Gehalte an Umsetzbarer Energie (ME) und Nettoenergie Laktation (NEL) von reinem Glycerin				
(Südekum & Schröder 2002)				
Glycerin (% der Rationstrockenmasse)	Konzentratfuttertyp			
	stärkereich		stärkearm	
	ME	NEL	ME	NEL
5	14,4	9,6	11,1	6,9
10	13,1	8,4	14,6	9,7
15	12,6	8,0	14,9	9,9
20	13,2	8,5	14,4	9,5
SEM	0,9	0,7	0,9	0,7

Abb. 6 Verdauungsversuch am Hammel zur Ermittlung des Energiegehaltes von Glycerin für Wiederkäuer

Propylenglykol durch Glycerin ersetzen?

Wie schon oben dargestellt (Abb. 1) sind Propylenglykol und Glycerin zwei chemisch sehr ähnliche glucoplastische Verbindungen, wobei die stabilisierende Wirkung des Stoffwechsels (Ketoseprophylaxe) von Kühen mit hohem Milchleistungspotenzial durch Propylenglykol als gesichert gilt (NIELSEN und INGWARTSEN, 2004).

In Abb. 7 sind die Wirkungen von Glycerin und Propylenglykol im Intermediärstoffwechsel und die Interaktion mit der Ketogenese schematisch dargestellt. Im Mittelpunkt des Intermediärstoffwechsels steht der Citratzyklus. Er stellt die Drehscheibe des Stoffwechsels dar, wobei Oxalacetat die zentrale Substanz im Energiestoffwechsel der Milchkuh ist. Um das Oxalacetat besteht Konkurrenz, weil es einerseits zur Gluconeogenese (Glucoseneubildung) genutzt wird, und andererseits benötigt wird, um Acetyl-CoA aus dem Körperfettabbau zur Energiegewinnung in den Citratzyklus einzuschleusen. Bei Mangel an Oxalacetat werden die Acetyl-CoA zu Ketonkörpern aufgebaut und es kommt zur Ketose. Gleichzeitig kann durch den Mangel an Oxalacetat nicht genügend Glucose gebildet werden.

Es liegen bisher zwar keine vergleichenden Untersuchungen über die quantitativen Umsetzungen von Propylenglykol und Glycerin im Pansen vor, aber aus Einzelversuchen werden die ruminalen Abbauprozesse wie folgt beschrieben: Glycerin soll zum größten Teil direkt im Pansen zu Propionsäure abgebaut werden (BERGNER et al., 1995; KIJORA et al., 1998), der wesentlichen glucoplastischen Substanz des Wiederkäuers. Diese wird über Succinyl-CoA in den Citratzyklus eingeschleust, bildet Oxalacetat und dient damit der Glucoseneubildung. Anscheinend gelangt nur ein geringer Anteil von Glycerin aus dem Futter intakt in den Stoffwechsel und wird unter Umgehung des Oxalacetats über Glycerinphosphat direkt in Glucose umgewandelt.

Propylenglykol soll nur zu einem kleinen Teil im Pansen zu Propionsäure abgebaut und der Glucoseneubildung zugeführt werden. Der größere Teil von Propylenglykol scheint intakt absorbiert zu werden und dient über Laktat und/oder Pyruvat und Oxalacetat der Gluconeogenese. Hier scheint ein wesentlicher Unterschied der Verstoffwechslung von Propylenglykol und Glycerin zu liegen. Vom Propylenglykol ist weiter bekannt, dass es über eine Erhöhung der Insulinausschüttung Sonderwirkungen auf den Stoffwechsel hat (NIELSEN und INGWARTSEN, 2004). In der gesichteten Literatur fanden sich keine analogen Versuchsergebnisse zum Glycerin. Dies mag ein weiterer wesentlicher Unterschied im Wirkungsmechanismus der beiden Substanzen sein.

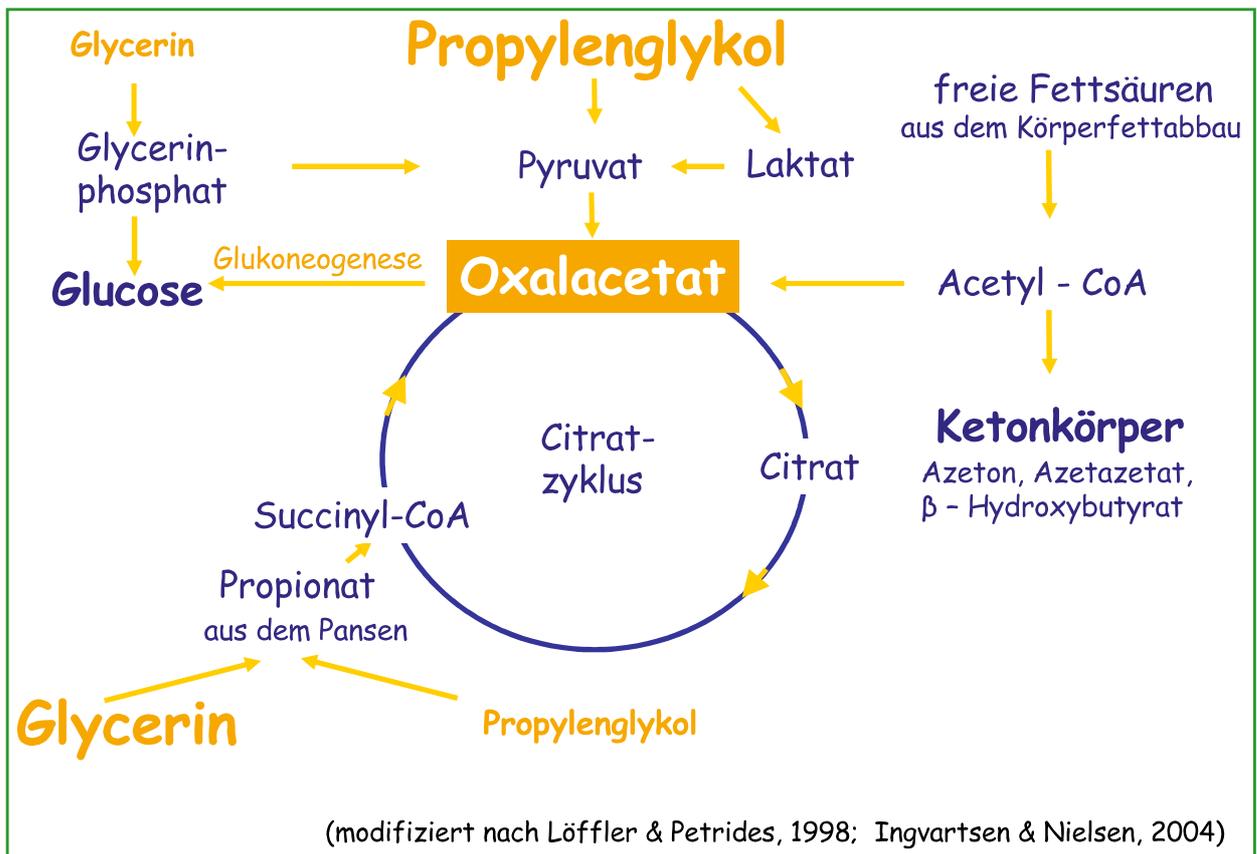


Abb. 7 *Metabolismus von Glycerin und Propylenglykol und die Interaktion mit der Ketogenese*

Zur weiteren Erforschung der Wirkung von Glycerin im Vergleich zu Propylenglykol in der Fütterung von Hochleistungskühen wurde 2006 an der LVA Iden ein umfangreicher Einzelfütterungsversuch von ENGELHARD et. al. durchgeführt. Gruppe 1 (36 Tiere) erhielt 250 g Propylenglykol und Gruppe 2 (36 Tiere) 250 g Glycerin in die gleiche TMR. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 8 und 9 zusammengefasst: Obwohl die Altkühe der Glyceringruppe (23 Tiere) ca. 1,2 kg TM mehr aufnahmen, bzw. für Altkühe plus Färsen ein Unterschied von 0,7 kg TM ermittelt wurde, wurden keine Unterschiede in der Körperkondition und bei den Stoffwechselfparametern festgestellt. Das heißt, dass die Ketonkörperbildung durch Glycerin im gleichen Ausmaß wie durch Propylenglykol unterdrückt werden konnte. Es kann aber auch gefolgert werden, dass die Effizienz der Energieverwertung unterschiedlich zu sein scheint, denn die Glyceringruppe hatte höhere Futteraufnahmen, gab aber die gleiche Menge an Milch und zeigte andererseits keine Unterschiede zur Propylengruppe in der Rückenfettdicke und in der Lebendmasseveränderung. Positive Effekte einer erhöhten Futteraufnahme, auch bei schlechterer Energieverwertung, sind aber im Hinblick auf eine verbesserte Pansenfüllung, durch die Labmagenverlagerungen reduziert werden könnten, zu sehen.

Zum Abschluss des Versuches waren in der Propylenglykolgruppe mit 94% wesentlich mehr Kühe tragend als in der Glycerin-Gruppe mit 76%, was als Hinweis genutzt werden kann, jedoch nicht überinterpretiert werden sollte. Um signifikante Unterschiede für Fruchtbarkeitsparameter zu ermitteln sind erheblich größere Tierzahlen erforderlich.

Versuchsergebnisse Iden 1

a) LVA Iden (Engelhard et al., 2006)
 Fütterungsversuch 2 x 35 Kühe,
 250 g Propy vs. 310 g Rohglycerin (80%ig)
 14 Tage a.p. bis 100. Laktationstag

	Propylenglycol	Glycerin
Milchmenge, kg	39,8	39,7
ECM, kg	38,8	39,0
Fett, %	3,88	3,92
Eiweiß, %	3,23	3,25

Abb. 8 Auswirkungen von Propylenglykol und Glycerin auf Milchleistungsparameter (Milchviehfütterungsversuch an der LVA Iden)

Ähnliche Ergebnisse ermittelte MAHLKOW-NERGE (2006) am Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp in Schleswig-Holstein mit zwei Gruppen á 27 Tiere, wobei die erste Gruppe 250 g Propylenglykol und die zweite Gruppe 800 g Reinglycerin im Austausch gegen 800 g Getreide erhielten (Abb. 10). Die Milchleistung der Glycerin-Gruppe war um 1,2 kg (nicht signifikant) und die Futteraufnahme tendenziell gegenüber der Propylenglykol-Gruppe erhöht. Auffallend war die um 1,2 kg höhere TM-Aufnahme der Färsen der Glycerinvariante.

Insgesamt lassen die Differenzen in der Futtermittelverwertung (Iden und Futterkamp) und in der Fruchtbarkeit (Iden) sowie der geringe Einfluss des Glycerins auf die relevanten Blutparameter in einer polnischen Untersuchung (BODARSKI et al., 2005) als auch neueste Ergebnisse einer tschechischen Studie (PECHOVÁ et al., 2007) auf unterschiedliche physiologische Wirkungen von Glycerin und Propylenglykol schließen, und sie sind Anlass für weitere Untersuchungen. Es muss außerdem geklärt werden, ob die oben genannten Unterschiede in der Futteraufnahme auch dann ermittelt worden wären, wenn die Propylenglykol-Gruppe zur Überdeckung des bittersüßen Propylenglykol-Geschmacks Melasse in der Ration gehabt hätte.

Versuchsergebnisse Iden 2

- a) LVA Iden (Engelhard, 2006)
 Fütterungsversuch 2 x 35 Kühe,
 250 g Propy vs. 310 g Rohglycerin (80%ig)
 14 Tage a.p. bis 100. Laktationstag

	Propylenglycol	Glycerin
Futtermaufnahme, kg TM	21,3	22,0
Trächtigkeitsrate, %	94	76
Stoffwechselfparameter:	β -Hydroxybutyrat \pm	
	freie Fettsäuren \pm	
	Glukose \pm	
Rückenfettdicke + Lebendmasse:		\pm

Abb. 9 Auswirkungen von Propylenglykol und Glycerin auf Futtermaufnahme, Trächtigkeitsrate und Stoffwechselfparameter (Milchviehfütterungsversuch an der LVA Iden)

Versuchsergebnisse Futterkamp

- b) LVA Futterkamp (Mahlkow-Nerge, 2006)
 Fütterungsversuch 2 x 27 Kühe,
 V1: 250 g Propylenglykol
 V2: 800 g Reinglycerin / - 800 g Getreide/KF-Mischung
 14 Tage a.p. bis 80. Laktationstag

Futtermaufnahme:	\pm	Färsen + 1,2 kg
Milchmenge:		+ 1,2 kg
Inhaltsstoffe:	\pm	
Stoffwechselfparameter:		\pm

Abb. 10 Auswirkungen von Propylenglykol und Glycerin auf Futtermaufnahme, Milchleistungs- und Stoffwechselfparameter (Milchviehfütterungsversuch am LVZ Futterkamp)

In Abb. 11 sind Einsatzempfehlungen für Glycerin und Propylenglykol zusammengefasst. Während man beim Glycerin durch eine Steigerung der Futteraufnahme von einer indirekten Ketoseprophylaxe sprechen kann, ist die direkte Ketoseprophylaxe durch Propylenglykol umfangreich belegt. Daraus leiten sich auch unterschiedliche Verabreichungsformen ab: Das süß-salzig schmeckende Glycerin gehört – je nach Menge im Austausch gegen schnell abbaubare Energieträger – zur Verbesserung des Geschmacks in das Grobfutter bzw. in die TMR, jedoch nicht als alleinige Komponente in die Flüssigkeitsdosierer (»Propydos«) an Konzentratfutterstationen, da es ja nicht das Ziel ist, die Konzentratfutteraufnahme zu verbessern. Zur Überdeckung des süß-bitteren Geschmacks von Propylenglykol können dem Propylenglykol im »Propydos« jedoch 20 bis 25% Glycerin beigemischt werden, um so die Propylenglykolaufnahme sicher zu stellen. Aus dem gleichen Grund erscheint es nicht sinnvoll, glycerinhaltige Konzentratfuttermittel zu verfüttern. Um eine antiketotische Wirkung über Konzentratfutter zu erreichen, hat sich ein Anteil von ca. 8% Propylenglykol bewährt, so dass mit 2,5 kg eines solchen Konzentratfutters ca. 200 g Propylenglykol verabreicht werden. Eine antiketotische Wirkung von Propylenglykol bei Verabreichung als Drench ist mehrfach nachgewiesen, wird aus arbeitstechnischen Gründen aber nicht empfohlen.

In vielen praktischen Betrieben hat sich die Kombination von Propylenglykol und Glycerin bewährt. Propylenglykol zur Ketoseprophylaxe und Glycerin zur Steigerung der Futteraufnahme. Die Empfehlungen sind in Abb. 12 zusammengefasst.

Glycerin	Propylenglykol
<ul style="list-style-type: none"> • Indirekte Ketoseprophylaxe • Süß-salzig → Verbesserung der Futteraufnahme • In das Grobfutter/TMR • Im Austausch gegen schnell abbaubare Energieträger • Propylenglykoldosierer an Konzentratfutterstationen: nur in Kombination mit Propylenglykol (20-25 %) • 100 g bis 800 g Reinglycerin 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketoseprophylaxe umfangreich belegt • Süß-bitter • Drench • TMR • Konzentratfutter (8 %, z.B. deukalac 100) • Propylenglykoldosierer an Konzentratfutterstationen • 100 g bis 220 g (je nach Laktationsstadium)
$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{H} \end{array} $

Abb. 11 Einsatzempfehlungen für Glycerin und Propylenglykol

Laktationsstadium	Propylen- glykol (g/d)	+	Glycerin (99 %) (g/d)
Vorbereitung (2 Wo. vor dem Kalben)	100	+	100
0. bis 3. Laktationswoche	200 - 220	+	200 - 220
Bis 3. Laktationsmonat (Herdenleistung bis 9500 kg)	150	+	150 (- 800)
Bis 5. Laktationsmonat (Herdenleistung über 9500 kg)	150	+	150 (- 800)

Wenn mehr als 300 g Glycerin/Tag → Austausch gegen schnell abbaubare Energieträger

Abb. 12 Empfehlungen zum Glycerin- und Propylenglykoleinsatz
im Laktationsverlauf

Fazit

Glycerin ist ein vielseitiges Futtermittel, das jedoch Propylenglykol mit seiner antiketotischen Wirkung nicht ersetzen kann, sondern additiv in Rationen für Milchkühe eingesetzt werden kann. Positive Effekte in der Futteraufnahme sind nur zu erwarten, wenn die Rohglycerine als schmackhafte süß-salzige Varianten angeboten werden. Weitere Untersuchungen, auch zur Frage der Glycerinanalytik, sind wünschenswert.

Literatur

BERGNER, H., C. KIJORA, Z. CERESNAKOVA und J. SZAKÁCS (1995): In vitro Untersuchungen zum Glycerinumsatz durch Pansenmikroorganismen. *Archives of Animal Nutrition* 48, 245-256

BODARSKI, R., T. WERTELECKI, F. BOMMER und S. GOSIEWSKI (2005): The changes of metabolic status and lactation performance in dairy cows under feeding TMR with glycerine (glycerol) supplement at periparturient period. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Topic Animal Husbandry*, 8 (4), 9 Seiten

DeFRAIN, J. M., A.R. HIPPEN, K.F. KALSCHUR und P.W. JARDON (2004): Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. *J. Dairy Sci.*, 87, 4197-4206

DLG-ARBEITSKREIS FÜTTERUNGSREFERENTEN DER LÄNDER (2007): pers. Mitteilung

ENGELHARD, T., A. MEYER, R. STAUFENBIEL und W. KANITZ (2006): Vergleich des Einsatzes von Propylenglykol und Glycerin in Rationen für Hochleistungskühe. *Forum Angewandte Forschung*, Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, 26-29

FISHER, L.J., J.D. ERFLE, G.A. LODGE und F.D. SAUER (1973): Effects of propylene glycol or glycerol supplementation of the diet of dairy cows on feed intake, milk yield and composition, and incidence of ketosis. *Can. J. Anim. Sci.* 53, 289-296

FORSYTH, H. 1953: Glycerol as treatment of (1) bovine acetonaemia and (2) pregnancy toxemia in ewes. *Vet. Rec.* 65, 198

FRIEDRICH, S. (2004): A world wide review of the commercial production of biodiesel – a technological, economic and ecological investigation based on case studies. *Schriftenreihe Umweltschutz und Ressourcenökonomie*, 41. Institut für Technologie und nachhaltiges Produktmanagement, Wirtschaftsuniversität Wien, Austria

GRÜNE BROSCHE [TE] (2006): Das geltende Futtermittelrecht. Aktuelle Gesetze und Verordnungen aus Bundes- und Gemeinschaftsrecht, 17. Neuauflage, Allround Media Service e.K., Rheinbach

JOHNSON, R. B. (1955): The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. *Cornell Vet.* 44, 6-21

KHALILI, H., T. VARVIKKO, V. TOIVONEN, K. HISSA und M. SUVITIE (1997): The effects of added glycerol or unprotected free fatty acids or a combination of the two on silage intake, milk production, rumen fermentation and diet digestibility in cows given grass silage based diets. *Agricultural and Food Science in Finland* 6, 349-362

KIJORA, C., H. BERGNER, K.-P. GÖTZ, J. BARTELT, J. SZAKÁCS und A. SOMMER (1998): Research note: Investigation on the metabolism of glycerol in the rumen of bulls. *Archives of Animal Nutrition* 51, 341-348

KÖRBITZ, W., S. FRIEDRICH, E. WAGINGER und M. WÖRGETTER (2003): Worldwide Review on Biodiesel Production. Austrian Biofuels Institute, Wieselburg

KORN, U. und B. PIEPER (2006): pers. Mitteilung

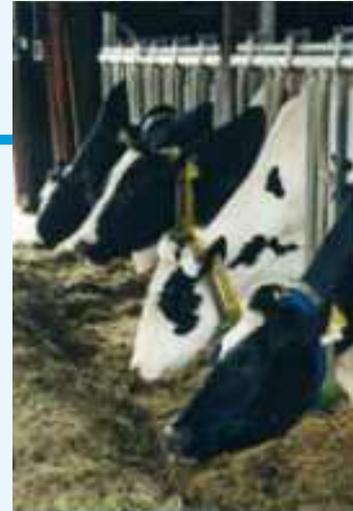
- LEBZIEN, P. und K. AULRICH (1993):** Zum Einfluss von Glycerin auf die Rohrnährstoffverdaulichkeit und einige Pansenparameter bei Milchkühen. VDLUFA-Schriftenreihe 37, 361-364
- MAHLKOW-NERGE, K. (2006):** Vergleich des Einsatzes von Propylenglykol und Glycerin in Rationen für Hochleistungskühe. Forum Angewandte Forschung, Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern, 30-34
- NIELSEN, N.I. und K.L. INGWARTSEN (2004):** Propylene glycol for dairy cows. A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. Anim. Feed Sci. Technol. 115, 191-213
- NORMENKOMMISSION FÜR EINZELFUTTERMITTEL IM ZENTRALAUSSCHUSS DER DEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFT, (2006, 2007):** www.futtermittel.net/pdf/positivliste_aenderungen.pdf
- PECHOVÁ, A., P. PECINKA, L. PAVLATA und R. DVORAK (2007):** The comparison of feeding propylene glycole and glycerol to fresh cows: Effects on blood metabolites and rumen fermentation In: Conference Proceedings, 13th International Conference, Production Diseases in Farm Animals, M. Fürll (ed.), Leipzig, 173
- PICHLER, W.A. und J.J. FRICKH (1993):** Der Einsatz von Glycerin aus der Rapsölmethylestererzeugung in der Jungstiermast. Förderungsdienst 41 (4), 25-28
- SAUER, F.D., J.D. ERFLE und L.J. FISHER (1973):** Propylene glycol and glycerol as a feed additive for lactating dairy cows: An evaluation of blood metabolite parameters. Canadian Journal of Animal Science 53, 265-271
- SCHRÖDER, A. und SÜDEKUM, K.-H. (2002):** Effekte von Glycerin unterschiedlicher Reinheit auf die Pansenfermentation und Nährstoffverdaulichkeiten bei Rindern. UFOP-Schriften 17, 51-67
- STEINGASS, H. (2005):** pers. Mitteilung
- SÜDEKUM, K.-H. und A. SCHRÖDER (2002):** Effekte von Glycerin unterschiedlicher Reinheit auf die Energiegehalte von Glycerin und die Nährstoffverdaulichkeiten gemischter Rationen für Wiederkäuer. UFOP-Schriften 17, 37-50



deukalac 35

**Viel Getreide in der Ration?
Kein Problem!**

*deukalac 35 unterstützt gezielt
den Pansen, durch:*

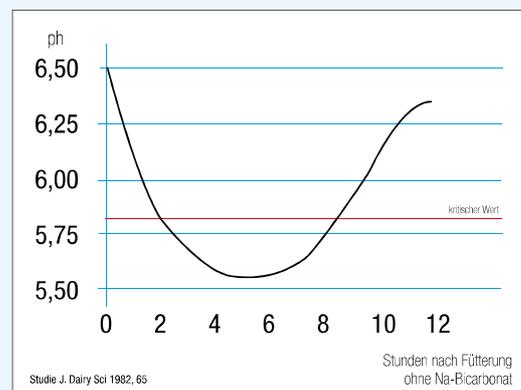
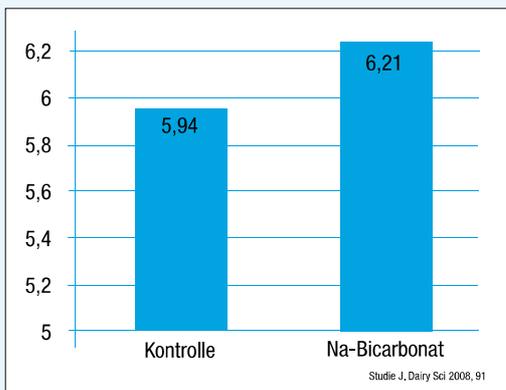


deukalac UDP 39:

- ▶ hochwertiges pansenstabiles Protein

Na-Bicarbonat:

- ▶ idealer Pansenpuffer zur Vorbeugung von Acidose



deukalac 35

für hohe Futteraufnahme, gute Gesundheit und stabile Milchinhaltstoffe!



Ihr deuka-Beratungsdienst

Weizenmühlenstraße 20 • 40221 Düsseldorf

Telefon: 0211/ 30 34-0 • Telefax: 0211/ 30 34-224

www.deuka.de • e-mail: futterkonzepte@deutsche-tiernahrung.de