

Fütterungs- und nicht fütterungsbedingte Einflüsse auf den Milchharnstoffgehalt von Milchkühen

3. Mitteilung: Vorschlag für ein dynamisches Modell zur Einschätzung der Rohproteinversorgung an Hand des Milchharnstoffgehaltes

Summary

Title of the paper: **The impact of nutrition and non nutrition factors on milk urea concentration. III. A new milk urea model to indicate the dietary crude protein / energy balance in dairy cows**

The object of this study was to determine the impact of dietary crude protein / energy balance, stage of lactation, parity, milk protein yield, somatic cell count on milk urea concentration under the conditions of routine milk yield recording. From this data a model was created to predict the milk urea concentration for a single dairy cow or a feeding group. The relationship between dietary crude protein/energy balance, milk protein yield, stage of lactation, somatic cell count and milk urea concentration can be described by the following equation :

first lactation period $y = 156.7 + 42.52 * \text{milk protein yield} + 0.34 * \text{day in milk} - 0.017 * \text{somatic cell count}$

second lactation period $y = 186.2 + 43.23 * \text{milk protein yield} + 0.04 * \text{day in milk} - 0.019 * \text{somatic cell count}$

third lactation period $y = 188.3 + 31.17 * \text{milk protein yield} + 0.06 * \text{day in milk} - 0.015 * \text{somatic cell count}$

The approximate confidence interval for a predicted milk urea content is ± 15 mg/l. If the analyzed milk urea concentration is greater than the predicted milk urea content (interval), this could indicate dietary crude protein excess. If the analyzed milk urea concentration is lower this might be due to a lack of dietary crude protein.

Key Words: cows, milk urea

Zusammenfassung

Auf der Grundlage der in den ersten zwei Mitteilungen beschriebenen Zusammenhänge erfolgt die Ableitung eines neuen Modells zur Einschätzung der Rohproteinversorgung von Milchkühen. Zur Kalkulation des Harnstoffgehaltes bei Tieren mit ausgeglichener Energie- und Rohproteinversorgung wird folgendes Modell vorgeschlagen:

Modell 3

1. Laktationsdritte $y = 156,7 + 42,52 * \text{Eiweißmenge} + 0,34 * \text{Laktationstag} - 0,017 * \text{Gehalt somatische Zellen}$

2. Laktationsdritte $y = 186,2 + 43,23 * \text{Eiweißmenge} + 0,04 * \text{Laktationstag} - 0,019 * \text{Gehalt somatische Zellen}$

3. Laktationsdritte $y = 188,3 + 31,17 * \text{Eiweißmenge} + 0,06 * \text{Laktationstag} - 0,015 * \text{Gehalt somatische Zellen}$

Aus den ermittelten Schätzfehlern kann näherungsweise für das approximative Konfidenzintervall ein Bereich von ± 15 mg/l angenommen werden. Der analytisch bestimmte Harnstoffgehalt wird mit dem geschätzten Harnstoffgehalt (in Abhängigkeit von Eiweißmenge, Laktationstag und Gehalt an somatischen Zellen) verglichen. Liegt der analytisch bestimmte Harnstoffgehalt unterhalb des geschätzten Intervalls, erhebt sich der Verdacht auf einen relativen Rohproteinmangel in der Ration. Ist der analytisch bestimmte Harnstoffgehalt jedoch höher als das geschätzte Intervall, muss ein relativer Rohproteinüberschuss in Erwägung gezogen werden. Von einer ausgeglichenen Energie- und Rohproteinversorgung kann ausgegangen werden, wenn der gemessene Harnstoffgehalt im geschätzten Bereich liegt.

Schlüsselwörter : Milchkühe, Milchharnstoff

Einleitung

Auf Basis verschiedener Veröffentlichungen und eigener Versuche fassten KIRCHGEßNER et al. (1986) die Beziehungen zwischen Energie- und Rohproteinversorgung und Eiweiß- bzw. Harnstoffgehalt der Milch in einem einheitlichen Modell zusammen. Darauf aufbauend stellte NAGEL (1994) ein Programm vor, welches große Mengen an Einzeltierwerten aus der Milchleistungsprüfung auswerten kann. Zur Einschätzung der Energie- und Rohproteinversorgung werden die Merkmale Eiweiß- und Harnstoffgehalt herangezogen. Für den Harnstoffgehalt gelten 150 mg/l als untere und 300 mg/l als obere Grenze. Werden diese Werte unter- oder überschritten, liegt ein Verdacht auf Rohproteinmangel oder -überschuss vor.

Der Nachteil dieses Modells ist, dass andere Einflussfaktoren wie Leistung, Alter, Laktationsstadium oder Eutergesundheit nicht berücksichtigt werden, obwohl verschiedene Autoren einen bedeutsamen Einfluss auf den Milhharnstoffgehalt nachweisen konnten (KIRCHGEßNER und KREUZER, 1985; CARLSSON et al., 1995; BARTON et al., 1996; GUTJAHR et al., 1997). So ermittelten KIRCHGEßNER und KREUZER (1985) eine Zunahme des Milhharnstoffgehaltes von 3,6 mg/l je kg Milch bzw. 10,7 mg/l je 0,1 kg Milcheiweiß und leiteten für verschieden Leistungsgruppen unterschiedliche Grenzwerte ab.

Material und Methoden

Im Rahmen einer einjährigen Untersuchung wurden aus dem Prüfgebiet des Sächsischen Landeskontrollverbandes e. V. 28 Betriebe ausgewählt. Die Auswahl erfolgte zufällig aus der Gruppe der Betriebe mit einer Laktationsleistung über 6500 kg Milch und wenn die Tiere ausschließlich der Rasse Holstein-Schwarzbunt angehörten. In die Untersuchung wurden Daten aus der Milchleistungsprüfung und Daten der Fütterung einbezogen. Die mathematisch-statistische Beschreibung erfolgte mittels eines gemischten linearen Modells. Die ausführliche Beschreibung von Tier- und Probenmaterial, Labormethoden und mathematisch-statistischen Verfahren erfolgte in der ersten Mitteilung (RICHARDT et al., 2001a).

Ergebnisse und Diskussion

Bei den bisher in der Praxis angewendeten Modellen wird jedoch die Milch- oder Eiweißmenge je Tier und Tag nicht berücksichtigt. Im Rahmen eigener Untersuchungen wurde neben fütterungsbedingten auch eine Reihe nicht fütterungsbedingter Faktoren, welche den Milhharnstoffgehalt beeinflussen, geprüft. Eine Beschreibung der Ergebnisse erfolgte in den ersten beiden Mitteilungen (RICHARDT et al., 2001a, 2001b). Aus den Ergebnissen ergibt sich der Schluss, dass die Berücksichtigung von Eiweißmenge, Laktationstag, Laktationsdrittel und dem Gehalt an somatischen Zellen notwendig ist. Es konnte nachgewiesen werden, dass sich in Abhängigkeit vom Laktationsstadium der Harnstoffgehalt je kg Milch um 1,3 – 1,9 mg/l bzw. um 4 - 6 mg/l je 0,1 kg Milcheiweiß erhöht. Für den Laktationstag ergab sich ein statistisch gesicherter nach Laktationsdritteln differenzierter positiver Einfluss auf den Harnstoffgehalt. Im ersten Laktationsdrittel steigt demnach der Harnstoffgehalt innerhalb von 30 Tagen um ca. 10 mg/l. Ab zweitem Laktationsdrittel ist der Einfluss des Laktationsstadiums nicht mehr so hoch und der Harnstoffgehalt erhöht sich in 30 Tagen nur noch um 3 - 4 mg/l. Der Einfluss des Laktationsstadiums wurde aber auch über die Laktationsdrittel als

fester Effekt im Modell berücksichtigt. So konnte für das erste Laktationsdrittel im Vergleich zum zweiten und dritten Drittel ein stark negativer Effekt nachgewiesen werden. Außerdem ergab sich für den Gehalt an somatischen Zellen ein signifikant negativer Effekt. Die Regressionskoeffizienten liegen zwischen $-0,014$ und $-0,02$, d. h., wenn sich der Gehalt an somatischen Zellen in der Milch um 100 Tsd./ml erhöht, verringert sich der Milchharnstoffgehalt um 1,4 - 2 mg/l. Die Berücksichtigung im Modell führte zu einer weiteren Reduzierung der Restvarianz.

Aus der Diskussion der in den ersten zwei Mitteilungen dargestellten Untersuchungsergebnisse lässt sich schlussfolgern, dass der Harnstoffgehalt der Milch nicht nur durch die Rohproteinversorgung (Energie-Rohprotein-Verhältnis) beeinflusst wird, sondern auch durch verschiedene tierindividuelle Merkmale (Eiweißmenge, Laktationsstadium, Gehalt an somatischen Zellen). Das bedeutet, dass ein absoluter Bereich mit festen Grenzwerten für einen optimalen Milchharnstoffgehalt (z. B. 150 – 300 mg/l) entweder zu allgemein oder zu restriktiv ist. Die konkrete Situation des Tieres wird damit nicht erfasst und die Beurteilung des Versorgungsniveaus von Einzeltieren und/oder Fütterungsgruppen verliert an Aussagekraft. Ziel der Untersuchungen war es, bedeutsame tierindividuelle Einflüsse zu charakterisieren und zu quantifizieren. Aus den gefundenen Zusammenhängen (siehe Mitteilungen 1 und 2 (RICHARDT et al., 2001a, 2001b)) wurde nachfolgendes Modell abgeleitet. Als Grundlage dienen dabei das Laktationsstadium, der Gehalt an somatischen Zellen und die Eiweißmenge bei normaler Rohproteinversorgung (Normen der GfE, 1997).

Modell 3

1. Laktationsdrittel

$$y = 156,7 + 42,52 * \text{Eiweißmenge} + 0,34 * \text{Laktationstag} - 0,017 * \text{GSZ}$$

2. Laktationsdrittel

$$y = 186,2 + 43,23 * \text{Eiweißmenge} + 0,04 * \text{Laktationstag} - 0,019 * \text{GSZ}$$

3. Laktationsdrittel

$$y = 188,3 + 31,17 * \text{Eiweißmenge} + 0,06 * \text{Laktationstag} - 0,015 * \text{GSZ}$$

Jede Schätzung bedingt einen Schätzfehler, jedoch existiert für Gleichungssysteme mit ungleicher Klassenbesetzung kein konstanter Wert. Deshalb wurde über die „Estimate“-Anweisung im Programmpaket SAS[®] (Version 6.12) die Größe der Standardabweichungen geschätzt. Die Standardabweichungen für die geschätzten Harnstoffgehalte liegen zwischen 3,4 und 3,8 mg/l. Näherungsweise kann also für die Ermittlung des approximativen Konfidenzintervalls ($P = 0,95$) eine Standardabweichung von 4 mg/l angenommen werden, woraus sich ein Intervall von ± 8 mg/l ergibt. Nun basiert jedoch die hier vorliegende Auswertung auf ca. 100.000 Einzeltierwerten, was in der praktischen Anwendung nicht der Fall sein dürfte. Aus diesem Grund wird für praktische Anwendungen ein Intervall von ± 15 mg/l vorgeschlagen. Aus der Anwendung der o. g. Regressionsgleichung ergeben sich die in Tabelle 1 wiedergegebenen Milchharnstoffgehalte. Für die Eiweißmenge wurde ein Bereich von 0,4 – 1,2 kg/Tier und Tag und für den Laktationstag der 10. - 100. Tag gewählt. Die angegebenen Intervalle stellen jeweils den Bereich dar, in dem sich der analytisch bestimmte Harnstoffgehalt bei normgerechter Rohproteinversorgung befinden muss.

Tabelle 1

Schätzwerte und deren approximatives Konfidenzintervall für den Milchharnstoffgehalt [mg/l] in Abhängigkeit von Laktationstag, Eiweißmenge und einem GSZ von 200 Tsd./ ml im ersten Laktationsdrittel (Milk urea content and approximate confidence interval in relation to day in milk, milk protein yield and somatic cell count (200 IE3/ml) in the first lactation third)

Laktationstag [d]	Eiweißmenge [kg/Tier und Tag]					
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
10	174 [159 ; 189]	182 [167 ; 197]	191 [176 ; 206]	199 [184 ; 214]	208 [193 ; 223]	216 [201 ; 231]
20	177 [162 ; 192]	186 [171 ; 201]	194 [179 ; 209]	203 [188 ; 218]	211 [196 ; 226]	220 [205 ; 235]
40	184 [169 ; 199]	192 [177 ; 207]	201 [186 ; 216]	209 [194 ; 224]	218 [203 ; 233]	226 [211 ; 241]
60	191 [176 ; 206]	199 [184 ; 214]	208 [193 ; 223]	216 [201 ; 231]	225 [210 ; 240]	233 [218 ; 248]
80	198 [183 ; 213]	206 [191 ; 221]	215 [200 ; 230]	223 [208 ; 238]	232 [217 ; 247]	240 [225 ; 255]
100	204 [189 ; 219]	213 [198 ; 228]	221 [206 ; 236]	230 [215 ; 245]	238 [223 ; 253]	247 [232 ; 262]

Tabelle 1 verdeutlicht, dass bei Leistungsunterschieden von 0,4 bis 0,6 kg Eiweißmenge je Tier und Tag (bei gleichem Laktationsstadium) die Differenz im Milchharnstoffgehalt zwischen 20 und 30 mg/l beträgt. Weiterhin zeigt sich, dass bei niedrigen Milcheiweißleistungen (0,4 – 0,5 kg) am Beginn der Laktation Harnstoffgehalte unter 200 mg/l zu erwarten sind. Demgegenüber kann man bei Milcheiweißleistungen größer 1,0 kg je Tier und Tag generell mit Harnstoffgehalten über 200 mg/l rechnen. Im ersten Laktationsdrittel ergeben sich erst bei Leistungen über 1,4 kg Eiweiß/Tier und Tag Harnstoffgehalte über 250 mg/l. Im zweiten und dritten Laktationsdrittel werden dagegen die Harnstoffgehalte wesentlich stärker durch die Eiweißmenge als durch den Laktationstag beeinflusst. Es treten bei Leistungen von über 0,4 kg Eiweiß je Tier und Tag im Verlauf des zweiten und dritten Laktationsdrittels keine Harnstoffgehalte unter 200 mg/l mehr auf. Mit steigender Eiweißmenge je Tier und Tag erhöht sich der Harnstoffgehalt, erreicht aber erst bei Leistungen von 1,2 kg Eiweiß auch Werte von über 250 mg/l, was auf Grund des fortgeschrittenen Laktationsstadiums eher einen theoretischen Charakter hat.

In der landwirtschaftlichen Beratung und den Herdenmanagementprogrammen hat sich die Auswertung nach Tiergruppen und speziell nach Laktationsdritteln durchgesetzt (z. B. NAGEL, 1994). Da die Aufstallung und leistungsgerechte Fütterung in der Regel in Gruppen (nach Laktationsstadium und/oder Leistung) erfolgt, entspricht diese Art der Auswertung am ehesten den praktischen Bedingungen. Aus diesem Grunde sollte für die betriebliche Beratung und Auswertung nicht nur der sehr große Bereich für Harnstoffgehalte von Einzeltieren, sondern vor allem ein optimaler Bereich für Tiergruppen angegeben werden.

Es wird deshalb vorgeschlagen, die Auswertung nach dem mittleren Laktationstag [d], der Eiweißmenge [kg] und dem Gehalt an somatischen Zellen einer Tiergruppe durchzuführen. In Tabelle 2 sind die Schätzwerte für den mittleren Harnstoffgehalt der Milch und dessen approximatives Konfidenzintervall für die drei Laktationsdritteln dar-

gestellt. Für das erste bis dritte Laktationsdrittel wurden der 60., 160. und 280. Laktationstag, für die Eiweißmenge eine Leistung von 0,4 – 1,4 kg und für den Gehalt an somatischen Zellen 200 Tsd./ml zugrunde gelegt.

Tabelle 2

Schätzwerte für den Milchharnstoffgehalt [mg/l] und das approximative Konfidenzintervall in Abhängigkeit von Laktationsdrittel, Eiweißmenge und einem GSZ von 200 Tsd./ml (Milk urea content and approximate confidence interval in relation to lactation third, milk protein yield and somatic cell count (200 IE3/ml))

Laktationsstadium	Eiweißmenge [kg/Tier und Tag]					
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
1. Laktationsdrittel	191 [176 ; 206]	199 [184 ; 214]	208 [193 ; 223]	216 [201 ; 231]	225 [210 ; 240]	233 [218 ; 248]
2. Laktationsdrittel	206 [191 ; 221]	215 [200 ; 230]	223 [208 ; 238]	232 [217 ; 247]	241 [226 ; 256]	249 [234 ; 264]
3. Laktationsdrittel	215 [200 ; 230]	221 [206 ; 236]	227 [212 ; 242]	233 [218 ; 248]	240 [225 ; 255]	246 [231 ; 261]

Aus dem vorgestellten Modell folgt, dass im ersten Laktationsdrittel mittlere Harnstoffgehalte zwischen 180 und 250 mg/l zu erwarten sind (Tab. 2). Im zweiten und dritten Laktationsdrittel kann man dagegen in Abhängigkeit von der Eiweißmenge mit mittleren Harnstoffgehalten zwischen 200 und 260 mg/l rechnen.

Beispiel

In nächsten Schritt soll nun die Frage geklärt werden, inwieweit die Anwendung des vorgeschlagenen Modells im Vergleich zum bisherigen die Einschätzung der Versorgungslage der Tiere ändert. Dazu wurde aus dem Datenpool ein Betrieb ausgewählt, dessen Daten der Milchleistungsprüfung nach beiden Modellen bewertet wurden. Der Betrieb strebte eine im Milcherzeugungswert nach Energie und Rohprotein ausgeglichene Ration an. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Milchleistungsprüfung wiedergegeben.

Tabelle 3

Ergebnisse der Milchleistungsprüfung eines Betriebes mit ausgeglichenen Rationen nach dem Milcherzeugungswert aus Energie und Rohprotein (Milk recording results (with a balanced ration))

Laktationsstadium	Anzahl	Prozent	Milchmenge [kg]	Fettgehalt [%]	Eiweißgehalt [%]	Eiweißmenge [kg]	Harnstoffgehalt [mg/l]
1. Laktationsdrittel	317	36.3	28.0	4.32	3.27	0.91	198
2. Laktationsdrittel	319	36.5	22.2	4.52	3.52	0.78	212
3. Laktationsdrittel	237	27.2	15.2	4.89	3.76	0.56	191
Herde gesamt	873	100	22.4	4.55	3.49	0.77	201

In Tabelle 4 sind die Tiere nach dem Modell von NAGEL (1994) in drei Gruppen eingeteilt. Die Gruppe I entspricht den Versorgungsgruppen 1, 4 und 7 (Rohproteinmangel), die Gruppe II den Versorgungsgruppen 2, 5 und 8 (normale Rohproteinversorgung) und die Gruppe III den Versorgungsgruppen 3, 6 und 9 (Rohproteinüberschuss). Dieser Auflistung ist die Einschätzung der Rohproteinversorgung nach dem aus der vorliegenden Untersuchung abgeleiteten neuen Modell gegenübergestellt. Die Einteilung erfolgt hierbei ebenfalls in die Gruppen I, II und III. Für jedes Tier wird jedoch in

Abhängigkeit von Eiweißmenge, Laktationstag und Gehalt an somatischen Zellen ein optimaler Bereich für den Harnstoffgehalt geschätzt. Dieser wird mit dem im Labor gemessenen Wert verglichen. Liegt der analytisch bestimmte Harnstoffgehalt unterhalb des geschätzten Intervalls, besteht der Verdacht auf Rohproteinmangel in der Ration. Ist der analytisch bestimmte Harnstoffgehalt jedoch höher als das geschätzte Intervall, liegt ein Verdacht auf Rohproteinüberschuss vor. Von einer ausgeglichenen Rohproteinversorgung kann ausgegangen werden, wenn der gemessene Harnstoffgehalt im geschätzten Bereich liegt.

Tabelle 4

Einteilung der Tiere aus dem Beispielbetrieb in Rohproteinversorgungsklassen nach dem Modell nach NAGEL (1994) und dem neuen Modell (Comparison between the prediction of dietary crude protein/energy balance with the new model versus standard model)

Laktationsstadium	Anzahl	Modell nach NAGEL (1994)			Modell (neu)		
		Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
1. Laktationsdrittel	317	12,3	86,4	1,3	48,3	23,3	28,4
2. Laktationsdrittel	319	9,1	89,0	1,9	42,9	27,6	29,5
3. Laktationsdrittel	237	16,0	83,1	0,8	58,6	20,7	20,7

Gruppe I : Verdacht auf Rohproteinmangel, Gruppe II : ausgeglichene Rohproteinversorgung, Gruppe III : Verdacht auf Rohproteinüberschuss

group I : lack of dietary crude protein, group II : balanced ration, group III : crude protein excess

Nach dem Modell von NAGEL (1994) würde die Rohproteinversorgung anhand der Harnstoffgehalte für alle drei Laktationsdrittel als ausgeglichen eingeschätzt werden (über 80% der Tiere in Gruppe II). Nach dem neuen Modell jedoch liegt bei 50 - 60 % der Tiere der analytisch bestimmte Harnstoffgehalt unterhalb des geschätzten Intervalls und sie müssen damit in Gruppe I (Verdacht auf Rohproteinmangel) eingeordnet werden. Die Schlussfolgerungen für die Rationsgestaltung würden somit anders ausfallen.

Ziel des vorgestellten Modells ist die Überprüfung und Bewertung der Fütterung (Rohproteinversorgung) in Milchviehbetrieben. Alle in die Schätzgleichung eingehenden Faktoren werden im Rahmen der Milchleistungsprüfung erfasst und stehen somit dem Betrieb jeden Monat zur Verfügung. Mittels Computertechnik ist dann eine detaillierte Auswertung im Rahmen der betrieblichen Produktionskontrolle oder externer (Fütterungs)-beratung möglich. So stellt der Eingang des Modells in Herdenmanagementprogramme eine Möglichkeit zur effizienten Nutzung der Ergebnisse dar.

Literatur

- BARTON, B. A.; ROSARIO, H.A.; ANDERSON, G.W.; GRINDLE, B.P.; D. J. CARROLL, D.J.:
Effects of Dietary Crude Protein, Breed, Parity, and Health Status on the Fertility of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* **79** (1996), 2225 - 2236
- CARLSSON, J.; BERGSTRÖM, J.; PEHRSON, B.:
Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation and herd in the concentration of urea in bulk milk and in individual cow's milk. *Acta vet. Scand.* **36** (1995), 245 - 254
- GfE:
Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Zum Proteinbedarf von Milchkühen und Aufzuchtrindern. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* **6** (1997), 217 - 232
- GUTJAHR, S.; SCHULZ, J.; MUNIEM, A.; BECK, K.:
Zur Beeinflussung des Harnstoffgehaltes in Rindermilchproben durch den Gesundheitszustand des Euters. *Prakt. Tierarzt* **78** (1997), 573 - 580

KIRCHGEßNER, M.; KREUZER, M.:

Harnstoff und Allantoin in der Milch von Kühen während und nach Verfütterung zu hoher und zu niedriger Proteinmengen. Tierphys., Tierern., Futterm. **54** (1985), 141 – 151

KIRCHGEßNER, M.; KREUZER, M.; ROTH-MAIER, D.A.:

Milk urea and protein content to diagnose energy and protein malnutrition of dairy cows. Arch. Tierern. **36** (1986), 192 - 197

NAGEL, S.:

Harnstoffbericht: Neues Modell für große Herden. Der Tierzüchter **9** (1994), 28 - 31

RICHARDT, W.; JEROCH, H.; SPILKE, J.:

Fütterungs- und nicht fütterungsbedingte Einflüsse auf den Milchharnstoffgehalt von Milchkühen. 1. Mitt.: Fütterungsbedingte Einflussfaktoren auf den Milchharnstoffgehalt von Milchkühen. Arch. Tierz., Dummerstorf **44** (2001a), 251 - 262

RICHARDT, W.; JEROCH, H.; SPILKE, J.:

Fütterungs- und nicht fütterungsbedingte Einflüsse auf den Milchharnstoffgehalt von Milchkühen. 2. Mitt.: Nicht fütterungsbedingte Einflussfaktoren auf den Milchharnstoffgehalt von Milchkühen. Arch. Tierz., Dummerstorf **44** (2001b), 505 - 519

SAS®:

SAS User's Guide:Statistics, 1997 Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc., Version 6.12

Eingegangen: 05.06.2000

Akzeptiert: 25.02.2002

Anschriften der Verfasser

Dr. WOLFRAM RICHARDT
Sächsischer Landeskontrollverband e. V.
August-Bebel-Straße 6
D-09577 Lichtenwalde

Prof. Dr. Dr. h. c. HEINZ JEROCH
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Landwirtschaftliche Fakultät
Institut für Ernährungswissenschaften
D-06108 Halle (Saale)

Prof. Dr. JOACHIM SPILKE
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Landwirtschaftliche Fakultät
Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik
Ludwig-Wucherer-Straße 82-85
D-06108 Halle (Saale)