

OLAF WAPPLER und RUDOLF STAUFENBIEL

## **Aussage des Harnstoffverteilungsraumes zum Körperfettgehalt der Milchkühe**

### **Summary**

**Title of the paper: Utilization of urea space for estimation of body fat content in dairy cow**

The urea space 12 minutes after intravenous administration of a defined amount of urea ( $HVR_{12}$ ) is unsuitable for estimation of body fat content in dairy cows. There is no connection between the absolute body fat content and the absolute  $HVR_{12}$ . Between the relative body fat content and the relative  $HVR_{12}$  combined a low significant measure of accuracy is established. Bibliographical references about unsatisfactory results by use of this method particularly in lactating cows are confirmed.

**Key words:** urea space, body fat content, dairy cow

### **Zusammenfassung**

Der Harnstoffverteilungsraum 12 Minuten nach Applikation einer definierten Menge Harnstoff ( $HVR_{12}$ ) ist ungeeignet zur Einschätzung des Körperfettgehaltes bei der Milchkühe. Zwischen absolutem Körperfettgehalt und absolutem  $HVR_{12}$  kann kein Zusammenhang festgestellt werden. Für die Beziehung relativer Körperfettgehalt und relativer  $HVR_{12}$  hingegen wird eine niedrige signifikante Korrelation gefunden. Literaturangaben über unbefriedigende Ergebnisse bei Anwendung dieser Methode insbesondere bei laktierenden Kühen werden bestätigt.

**Schlüsselwörter:** Harnstoffverteilungsraum, Körperfettgehalt, Milchkühe

Unter den landwirtschaftlichen Nutztieren ist die Milchkühe hinsichtlich des Fett- und Energiestoffwechsels der interessanteste Vertreter. Hohe Milchleistung und stabile Fruchtbarkeit erfordern umfassende Kenntnisse über Veränderungen in der Körperzusammensetzung. Von den Hauptkörperbestandteilen ist vorrangig das Fett als der dynamischsten Komponente der Körpermasse von Interesse (STAUFENBIEL, 1993). Dem Fettgewebe kommt einerseits eine positive, milchleistungsfördernde, fruchtbarkeits- und stoffwechselstabilisierende Funktion zu, andererseits besitzt es eine negative, milchleistungsdepressive, fruchtbarkeits- und gesundheitsdestabilisierende Potenz (NEUER, 1993).

Nach wie vor erscheinen die Methoden auf Basis der Gesamtkörperwasserbestimmung als die geeignetsten zur Einschätzung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier (STAUFENBIEL, 1993). Zwischen dem Gesamtkörperwassergehalt und dem Fettgehalt im Tierkörper besteht eine hohe negative Korrelation von  $r = -0,97$  (PANARETTO und TILL, 1963). Diese enge inverse Beziehung gestattet die Berechnung des Körperfettgehaltes aus dem Gesamtkörperwasser (GKW). Das Gesamtkörperwasser kann unter Verwendung des Pharmakons Antipyrin mit hoher Genauigkeit

bestimmt werden. Ein großer Nachteil ist jedoch der hohe technische und zeitliche Aufwand (WIEDEMANN, 1989).

Der Harnstoffverteilungsraum 12 Minuten nach intravenöser Verabreichung einer 20 %igen Harnstofflösung ( $HVR_{12}$ ) wird als potentieller Indikator der Körperzusammensetzung am lebenden Fleischrind beschrieben (PRESTON und KOCK, 1973). Hinsichtlich des Zeitaufwandes für die Arbeit am Tier erweist sich dieses Verfahren durch die einmalige Blutprobenentnahme bereits kurze Zeit nach Applikation der Testsubstanz gegenüber den anderen Verdünnungsmethoden als außerordentlich vorteilhaft. Harnstoff ist billig, verteilt sich schnell im Körperwasser und läßt sich einfach, präzise und ohne großen technischen Aufwand im Vollblut oder Plasma bestimmen. Zudem ist Harnstoff eine körpereigene Substanz, die in geringen Mengen weder toxisch wirkt, noch physiologische Abläufe im Körper beeinträchtigt (ALRAHEEM u.a., 1992).

Während der  $HVR_{12}$  für Untersuchungen zur Körperzusammensetzung beim Fleischrind geeignet ist (HAMMOND u.a., 1990), liegen Untersuchungen am Milchrind nur in begrenztem Umfang vor, wobei überwiegend unbefriedigende Ergebnisse erzielt wurden (ANDREW u.a., 1995). Ziel eigener Untersuchungen sollte es daher sein, den  $HVR_{12}$  nach intravenöser Harnstoffapplikation auf die Aussage zu dem über die Gesamtkörperwasserbestimmung mittels Antipyrin ermittelten Körperfettgehalt bei der Milchkühe zu überprüfen.

### Material und Methodik

Für die Untersuchungen wurden Milchkühe der Rassen Schwarzbuntes Milchrind (SMR) und Holstein Friesian (HF) herangezogen. Es wurden zwei Versuche durchgeführt (Tab. 1). Versuch 1 umfaßte experimentelle Untersuchungen unter Klinikbedingungen. Dabei gingen 6 ausgewachsene SMR-Kühe, die unter konventionellen Bedingungen gehalten wurden (Anbindehaltung, Scherenfreßgitter, Einstreu), in die Untersuchungen ein. Die Futterration der nichttragenden und nichtlaktierenden Tiere umfaßte Grünpellets, Milchviehmischfutter, Trockenschnitzel, Heu, Stroh und eine Mineralstoffmischung. Versuch 2 erfolgte unter Produktionsbedingungen. Untersucht wurden insgesamt 89 laktierende Kühe, davon 64 Tiere der Rasse SMR und 25 Tiere der Rasse HF. Die Ration der unter konventionellen Bedingungen (Grabener Kette, Einstreu) gehaltenen Tieren bestand aus Anwelksilage, Heu, Getreideschrot und Stroh.

Am Vorabend des Untersuchungstages (12 Stunden vor Untersuchungsbeginn) wurde den Tieren das Futter entzogen. Die laktierenden Tiere wurden kurz vor Beginn der Untersuchungen gemolken. Während des Versuches bestand keine Möglichkeit der Wasseraufnahme. Zu Untersuchungsbeginn erfolgte die Lebendmassewägung. Den Tieren wurde beiderseits je eine Braunüle (4G/12, 8 cm; Braun Melsungen) in die *Vena jugularis* eingelegt. Dabei diente die linksseitige Braunüle der Applikation der Testsubstanzen, während die rechtsseitige Braunüle den Blutprobenentnahmen vorbehalten blieb. Alternativ wurden auch die Eutervenen (*Vv. subcutaneae abdomines*) für die Blutentnahme genutzt. Vor der Applikation der Markersubstanzen erfolgte zur Bestimmung der Nullwerte die Entnahme von je 10 ml Blut in einem Zentrifugen-

röhrchen mit Heparin als Gerinnungshemmer. Nach Entnahme der Nullwertprobe wurde eine 20 %ige Harnstoff-Lösung in einer Richtdosis von 130 mg/kg mit einer Masseninjektionsspritze nach BÜHNER intravenös appliziert. Die Infusionsdauer betrug ca. 2 Minuten. Anschließend wurde die Braunüle mit physiologischer Kochsalzlösung gespült. Als Zeitpunkt Null wurde der Mittelpunkt der Infusion angesehen.

Tabelle 1

Untersuchungsmaterial (Experimental group)

Tiergruppe	Tierzahl	Lebendmasse (kg)
gesamt	95	580
Versuch 1	6	628
Versuch 2	89	577
1. Laktation	19	511
2. Laktation	17	611
3. Laktation	32	581
> 3. Laktation	21	603
Frühlaktation	16	546
Mittellaktation	66	582
Spätlaktation	7	596
HF	25	599
SMR	64	568

Die Blutprobenentnahme (je 10 ml) erfolgte 12 Minuten post infusionem. Durch Wägung der Infusionsflasche vor und nach dem Versuch konnte die Infusionsmenge ermittelt werden. Die Harnstoffkonzentration im Plasma wurde mittels enzymatischer Methode am automatischen Photometer CORONA® (Fa. Clinicon) bei einer Wellenlänge von 340 nm bestimmt. Unter Verwendung eines Testsets für die automatische Analyse (Boehringer Mannheim GmbH Diagnostica) erfolgte die Messung nach Meßvorschrift des Herstellers (WAPPLER, 1997).

Aus dem Verdünnungsgrad des exogen zugeführten Harnstoffs kann auf die Größe des Harnstoffverteilungsraumes zum Zeitpunkt der Probenentnahme geschlossen werden. Der  $HVR_{12}$  wird unter Berücksichtigung der applizierten Menge, des Basalharnstoffgehaltes und des Harnstoffgehaltes zum Entnahmezeitpunkt wie folgt berechnet:

$$HVR_{12}(\%LM) = \frac{\text{Harnstoff(mg / kg)} * 100}{\{[C_{12} - C_0](\text{mmol / l})\} * 60,055(\text{mg / l / mmol / l})}$$

- $HVR_{12}$  - Harnstoffverteilungsraum 12 Minuten post infusionem  
 $C_{12}$  - Blutharnstoffkonzentration 12 Minuten post infusionem  
 $C_0$  - Blutharnstoffkonzentration ante infusionem

Die intravenöse Applikation einer 20 %igen Antipyrinlösung in einer Dosierung von 80 bis 100 mg/kg erfolgte ca. 1 Stunde nach der Harnstoffinfusion ebenfalls mit einer Masseninjektionsspritze nach BÜHNER. Nach Verabreichung der Testsubstanz wurde die Braunüle mit physiologischer Kochsalzlösung gespült. Die Blutprobenentnahme begann etwa 1,5 Stunden nach Applikation der Testsubstanz. Weitere 4 bis 5 Probenentnahmen folgten im Abstand von ca. 1 Stunde. Die Entnahmezeiten wurden exakt

notiert. Durch Wägung der Infusionsflasche vor und nach der Infusion wurde die Menge der infundierten Lösung bestimmt. Die Plasmakonzentration des Antipyrins wurde über die kolorimetrische Messung des Nitrosoantipyrins ermittelt (WIEDEMANN, 1989). Die photometrische Messung erfolgte an einem SPEKOL 20® (Fa. Carl Zeiss Jena) bei einer Wellenlänge von 350 nm. Nach Ermittlung der Antipyrinwerte jedes Tieres wurden diese in Abhängigkeit von der Zeit auf halblogarithmisches Papier abgetragen. Die Extrapolation der Eliminationsgerade auf den Zeitpunkt Null ergab die Antipyrinkonzentration, wie sie theoretisch nach Applikation und Gleichverteilung vorgelegen hätte, ohne daß die Substanz metabolisiert oder ausgeschieden worden wäre (WAPPLER, 1997). Unter Zugrundelegung der Antipyrinkonzentration zum Zeitpunkt Null erfolgte die Berechnung des GWK-Gehaltes:

$$\text{GWK}(\% \text{LM}) = \frac{x(\text{mg} / \text{kg})}{C_0(\text{mg} / \text{l})} * 100$$

GWK - Gesamtkörperwasser  
 x - applizierte Antipyrinmenge  
 C<sub>0</sub> - Antipyrinkonzentration zum Zeitpunkt Null

Für die Kalkulation des Körperfettgehaltes (KFG) aus dem GWK (Antipyrinverteilungsraum) diente die von BIRD u.a. (1982) erstellte Regressionsgleichung, basierend auf einem Wassergehalt der fettfreien Körpersubstanz des Ganzkörpers von 75,9 %:

$$\text{KFG}(\text{kg}) = -3,03 + 0,868 * \text{LM} - 1,122 * \text{GWK}(\text{kg})$$

Die statistische Auswertung wurde mit der einfachen linearen Regressionsanalyse durchgeführt. Dazu wurden die Tiere nach Versuchsreihe, Laktationszahl, Laktationsstadium und Rasse unterteilt. Die Berechnung der statistischen Parameter sowie die Erstellung der zugehörigen Abbildungen erfolgte mit dem Computerprogramm „Statgraphics Plus Statistical Graphics Systems“ (Educational Institution Edition, Version 6.1). In den Grafiken der Regressionsfunktionen sind die Konfidenzgrenzen (innere gestrichelte Linien) und die Vorhersagegrenzen (äußere gestrichelte Linien) mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von jeweils 95 % dargestellt. Für die Irrtumswahrscheinlichkeit gilt ein  $p \leq 0,05$  als signifikant (\*).

### Ergebnisse

Die Regressions- und Korrelationskoeffizienten zwischen absolutem Körperfettgehalt (KFG) und absolutem Harnstoffverteilungsraum nach 12 Minuten (HVR<sub>12</sub>) sind in der Tabelle 2 zusammengefaßt. Für die Gesamtzahl der untersuchten Tiere sowie für die einzelnen Tiergruppen sind die Beziehungen zwischen absolutem KFG und absolutem HVR<sub>12</sub> nicht signifikant. Die nichtlaktierenden Tiere des Versuches 1 weisen eine positive Korrelation von  $r = 0,79$  auf. Für die laktierenden Tiere des Versuches 2 hingegen wird zwischen beiden Parametern ein Korrelationskoeffizient von  $r = 0,01$  gefunden.

Die Regressions- und Korrelationskoeffizienten zwischen relativem Körperfettgehalt und relativem Harnstoffverteilungsraum nach 12 Minuten sind in der Tabelle 3 dargestellt. Zwischen relativem KFG und relativem  $HVR_{12}$  werden für die Gesamtzahl der untersuchten Tiere sowie für die laktierenden Tiere des Versuches 2 mit  $r = -0,34$  jeweils signifikante Beziehungen festgestellt. Für die nichtlaktierenden Tiere des Versuches 1 wird eine positive, nichtsignifikante Korrelation von  $r = 0,78$  ermittelt. Mit zunehmender Laktationszahl verbessert sich die Aussage zwischen beiden Parametern. Für die Kühe mit mehr als drei Laktationen ist mit  $r = -0,61$  ein signifikanter Zusammenhang vorhanden. In Abhängigkeit vom Laktationsstadium werden Korrelationskoeffizienten zwischen  $r = -0,35$  und  $r = -0,44$  festgestellt. Für die Kühe in der Mittellaktation wird dabei Signifikanz ermittelt. Bei den Tieren der Rasse Schwarzbuntes Milchrind kann mit  $r = -0,39$  ebenfalls eine signifikante Beziehung nachgewiesen werden.

Tabelle 2

Regressions- und Korrelationskoeffizienten der Beziehung zwischen absolutem KFG und absolutem  $HVR_{12}$  (kg) (Regression and correlation coefficients for relationship between absolute body fat content and absolute urea space<sub>12</sub> (kg))

		KFG (kg) = a + b * HVR <sub>12</sub> (kg)						
Tiergruppe	n	LM (kg)	KFG (kg)	HVR <sub>12</sub> (kg)	b	a	r	s <sub>y,x</sub>
gesamt	95	580	102,3	288,7	0,03	93,20	0,03	40,21
Vers. 1	6	628	167,7	281,0	0,54	17,12	0,79	25,50
Vers. 2	89	577	97,8	289,3	0,01	96,45	0,01	36,54
1.Lakt.	19	511	76,6	253,7	0,10	52,51	0,10	29,19
2.Lakt.	17	611	115,3	301,5	-0,11	147,75	-0,16	32,50
3.Lakt.	32	581	101,0	290,0	-0,07	122,35	-0,08	35,84
>3.Lakt.	21	603	98,0	310,4	-0,47	243,01	-0,40	37,76
Frühlakt.	16	546	84,5	268,7	-0,13	119,81	-0,16	28,58
Mittellakt.	66	582	97,5	292,7	-0,03	105,96	-0,04	35,98
Spätlakt.	7	596	131,2	304,1	-0,10	161,98	-0,11	46,17
HF	25	599	108,2	287,5	0,03	98,31	0,04	40,23
SMR	64	568	93,8	290,0	-0,01	95,02	-0,01	34,80
a	- Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der Ordinatenachse				b	- Regressionskoeffizient		
s <sub>y,x</sub>	- Reststreuung um die Regressionsgerade				r	- Korrelationskoeffizient		
*	- Irrtumswahrscheinlichkeit p < 0,05							

### Diskussion

Harnstoff diffundiert frei durch die Zellmembranen und verteilt sich gleichmäßig im Körperwasser (HARMEYER u.a., 1973). Die Verwendung von Harnstoff zur Bestimmung des Körperwassers wurde erstmals von PAINTER (1940) am Hund durchgeführt. Dabei stimmte das Harnstoffverteilungsvolumen mit dem über die Austrocknung bestimmten Gesamtkörperwasser (GKW) gut überein. Grundlage der Bestimmung war die Extrapolationsmethode, die in der Folgezeit bei Menschen, Katzen, Schafen, Ziegen, Kälbern und Fohlen zur Anwendung kam (WAPPLER, 1997). Beim Wiederkäuer fallen die Ergebnisse mit dieser Methode sehr unterschiedlich aus. HOUPT (1959) ermittelt beim Schaf für den Harnstoffverteilungsraum (HVR) einen Wert von 44 %, GÄRTNER (1962) für die Ziege von 45 % der Körpermasse. Die Autoren gehen davon

Tabelle 3

Regressions- und Korrelationskoeffizienten der Beziehung zwischen relativem KFG und relativem HVR<sub>12</sub> (%) (Regression and correlation coefficients for the relationship between relative body fat content and relative urea space<sub>12</sub> (%))

Tiergruppe	n	LM (kg)	KFG (kg)	HVR <sub>12</sub> (kg)	KFG (%) = a + b * HVR <sub>12</sub> (%)			
					b	a	r	s <sub>y,x</sub>
gesamt	95	580	17,4	50,1	-0,26	30,67	-0,34*	5,58
Vers. 1	6	628	26,7	44,5	0,66	-2,61	0,78	3,89
Vers. 2	89	577	16,8	50,4	-0,25	29,31	-0,34*	5,10
1.Lakt.	19	511	14,9	50,2	-0,14	21,86	-0,16	5,00
2.Lakt.	17	611	18,9	49,5	-0,12	24,79	-0,19	5,23
3.Lakt.	32	581	17,2	50,3	-0,21	27,53	-0,34	4,97
>3.Lakt.	21	603	16,1	51,7	-0,54	43,87	-0,61*	4,83
Frühlakt.	16	546	15,8	50,1	-0,23	26,65	-0,42	3,81
Mittellakt.	66	582	16,6	50,4	-0,26	29,71	-0,35*	5,11
Spätlakt.	7	596	21,8	51,3	-0,29	36,44	-0,44	5,60
HF	25	599	17,9	48,5	-0,16	25,59	-0,21	5,98
SMR	64	568	16,4	51,2	-0,28	30,69	-0,39*	4,76

aus, daß die Vormägen außerhalb des Verteilungsraumes liegen und somit nur das Wasser des Leerkörpers, d.h. GKW abzüglich des Ingestawassers bestimmt wird. BARANOW-BARANOWSKI u.a. (1989) hingegen finden bei Simultanbestimmungen mit Harnstoff und Antipyrin an 5 Wochen alten Kälbern nur minimale Unterschiede in den Verteilungsräumen (Harnstoff: 70,4 %, Antipyrin: 70,2 %).

Eine effektivere Methode zur Bestimmung der Körperzusammensetzung unter Verwendung von Harnstoff beschreiben PRESTON und KOCK (1973). In ihren Studien am Rind beobachten sie, daß die Harnstoffkonzentration 9 bis 12 Minuten nach Infusion einer 20 %igen Harnstofflösung (130 mg/kg) den durch Extrapolation ermittelten Wert zum Zeitpunkt Null sehr nahe kommt. Bei näherer Prüfung dieses Sachverhaltes an Ochsen erwies sich der Harnstoffverteilungsraum 12 Minuten post infusionem als der beste Parameter zur Bestimmung der Körperzusammensetzung. Dabei bestand mit  $r = -0,88$  eine hochsignifikante Beziehung zum prozentualen Fettgehalt des Leerkörpers (Lebendmasse abzüglich Magen-Darm-Inhalt). KOCK und PRESTON (1979) bestätigen in ihren Untersuchungen die Gültigkeit der 12-Minuten-Methode zur Kalkulation der Körperzusammensetzung am Wiederkäuer. In der Folgezeit kam diese Methode fast ausschließlich bei Rind und Schaf zur Anwendung (WAPPLER, 1997). Entscheidender Vorteil dieser Methode ist die einmalige Blutprobenentnahme bereits 12 Minuten nach Applikation der Testsubstanz, wodurch der zeitliche als auch der arbeitstechnische Aufwand erheblich minimiert werden.

Der Harnstoffverteilungsraum (HVR) ist eine fiktive Größe und beschreibt das Raumvolumen, in dem sich die Gesamtmenge des im Körper befindlichen Harnstoffs bei einheitlicher Konzentration verteilt. Grundlage der 12-Minuten-Methode ist die annähernde Gleichverteilung nach Applikation des Harnstoffs zum Zeitpunkt der Blutprobenentnahme. Der HVR nach 12 Minuten (HVR<sub>12</sub>) gilt dabei als Maß für das Leerkörperwasser, was bedeutet, daß die Gleichverteilung innerhalb dieser Zeit nur im Leerkörper stattfindet (RULE u.a., 1986). Weder dem Harn noch der Pansenflüssigkeit



wird ein entscheidender Einfluß auf die Größe des HVR bis 2 Stunden post applicationem bei Färsen nach einer 20-stündigen Hungerperiode beigemessen (BARTLE und PRESTON, 1986).

Untersuchungen an Kühen unter Anwendung der 12-Minuten-Methode liegen nur in begrenztem Umfang vor, wobei überwiegend unbefriedigende Ergebnisse erzielt wurden. JONES u.a. (1982) ermitteln bei Kühen der Rasse Holstein Friesian zwischen dem Fettgehalt der Schlachtkörperhälfte und dem HVR ein Bestimmtheitsmaß von  $r^2 = 0,54$ . Die Lebendmasse hingegen erklärte 68 % der Varianz des Fettgehaltes. BARTLE u.a. (1983) untersuchen die Beziehung zwischen Körperfettgehalt und HVR bei nicht-laktierenden Angus- und Hereford-Kühen. Mit  $r^2 = 0,31$  wurde ein niedriges Bestimmtheitsmaß gefunden. Von den ursprünglich 40 untersuchten Tieren blieben zwei Kühe für die Kalkulation der Körperzusammensetzung unberücksichtigt, da die Harnstoffverteilungsräume in Beziehung zum Fettgehalt erheblich abwichen. Dabei handelte es sich um Kühe, die bis kurz vor der Schlachtung in der Laktation standen. ANDREW u.a. (1995) testen die 12-Minuten-Methode an laktierenden Kühen der Rasse Holstein Friesian. Zwischen dem Leerkörperwasser und dem HVR wird eine Bestimmtheitsmaß von  $r^2 = 0,31$  festgestellt. Mit  $r^2 = 0,51$  war auch hier die Lebendmasse dem HVR überlegen, worauf die Autoren die statistische Auswertung der Beziehung zwischen dem Fettgehalt und dem HVR unberücksichtigt ließen. Sie stellen fest, daß der  $HVR_{12}$  außerstande ist, präzise Angaben über Veränderungen der Körperzusammensetzung während des Laktationszyklus zu liefern.

Ziel der durchgeführten Untersuchungen war es, die quantitativen Beziehungen zwischen dem HVR 12 Minuten nach intravenöser Verabreichung einer definierten Menge Harnstoff und dem über die Gesamtkörperwasserbestimmung mit Antipyrin bestimmten Körperfettgehalt bei Milchkühen zu ermitteln. Die Untersuchungen wurden an Tieren mit unterschiedlichen Laktationszahlen, in unterschiedlichen physiologischen Zuständen und unterschiedlicher Rasse durchgeführt.

Der  $HVR_{12}$  ist ungeeignet zur Beurteilung des Körperfettgehaltes bei der Milchkuh. Für die Gesamtzahl aller untersuchten Tiere kann zwischen absolutem Körperfettgehalt und absolutem  $HVR_{12}$  kein Zusammenhang festgestellt werden (Abb. 1). Für die Beziehung relativer Körperfettgehalt und relativer  $HVR_{12}$  hingegen wird mit  $r = -0,34$  eine niedrige signifikante Korrelation gefunden (Abb. 2). Die nichtlaktierenden Tiere des Versuches 1 weisen positive Korrelationen von  $r = 0,79$  bzw.  $r = 0,78$  auf. Dies würde bedeuten, daß mit zunehmendem Körperfettgehalt ein größerer HVR, sprich Körperwassergehalt, resultiert. Im Widerspruch dazu stehen die Erkenntnisse über die Körperzusammensetzung, wonach die Komponenten Wasser und Fett ein grundsätzlich gegenläufiges Verhalten zeigen.

In zahlreichen Untersuchungen am Wiederkäuer wurde der  $HVR_{12}$  auf seine Eignung hinsichtlich der Aussagefähigkeit zur Körperzusammensetzung getestet. Zwischen den einzelnen Autoren wird eine erhebliche Variationsbreite bei den Ergebnissen beobachtet. Die Ursachen dieser Unterschiede sind vielfältig. Einerseits beeinflussen physiologische Faktoren andererseits verfahrenstechnische Faktoren die Genauigkeit der Methode negativ.

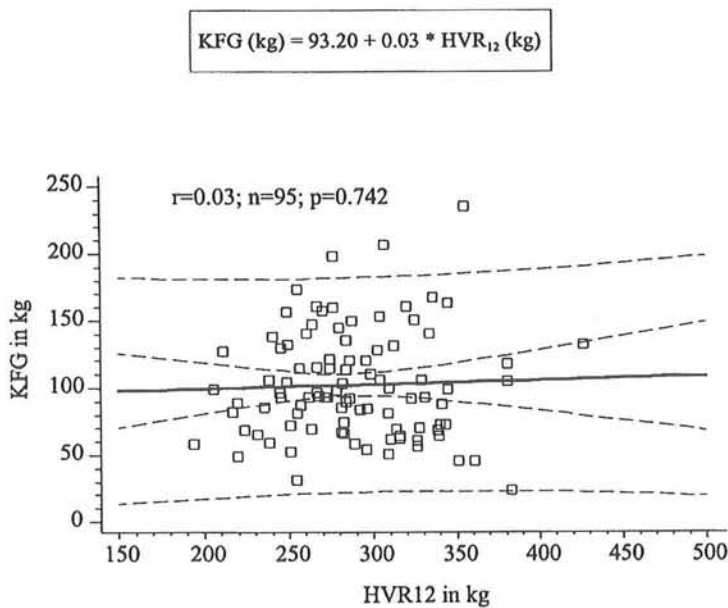


Abb. 1: Zusammenhang zwischen absolutem KFG und absolutem  $\text{HVR}_{12}$  (Relationship between absolute body fat content and absolute urea space<sub>12</sub>)

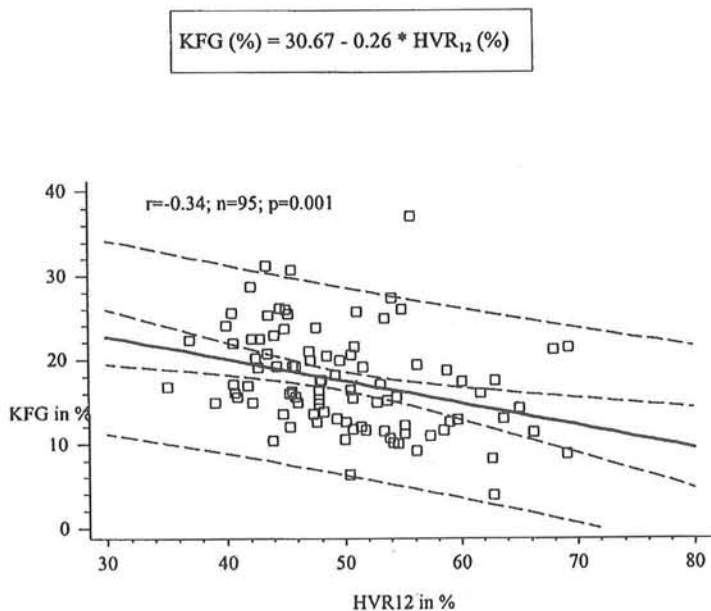


Abb. 2: Zusammenhang zwischen relativem KFG und relativem  $\text{HVR}_{12}$  (Relationship between relative body fat content and relative urea space<sub>12</sub>)



Eine wichtige physiologische Einflußgröße stellt die Gleichverteilungszeit des Harnstoffs im Körperwasser dar. Voraussetzung der 12-Minuten-Methode ist die annähernde Gleichverteilung nach Applikation des Harnstoffs zum Zeitpunkt der Blutprobenentnahme. PRESTON und KOCK (1973) und GAD und PRESTON (1990) ermitteln in Untersuchungen an Ochsen nahezu übereinstimmende Gleichverteilungszeiten von 9 bis 10 Minuten und 11 bis 14 Minuten. Andere Autoren hingegen beobachten insbesondere bei Kühen deutlich längere Zeiträume. AGABRIEL u.a. (1990) geben einen Wert von 36 Minuten an, GEERKEN und HERRERA (1990) stellen eine Schwankungsbreite von 15 bis 30 Minuten fest. Auch JONES u.a. (1982) berichten über Kühe, bei denen auch nach 30 Minuten noch keine vollständige Gleichverteilung eingetreten war. Geht man davon aus, daß zum Zeitpunkt der Blutprobenentnahme die Gleichverteilung nur unvollständig erfolgt ist, wird eine höhere Harnstoffkonzentration festgestellt als zum Zeitpunkt der Gleichverteilung. Somit wird folglich nur ein kleinerer Harnstoffverteilungsraum ermittelt als tatsächlich vorhanden. Individuelle Variationen in der Gleichverteilungszeit führen daher zwangsläufig zu Fehlern bei der Kalkulation der Körperzusammensetzung über den HVR.

Der Magen-Darm-Inhalt des Wiederkäuers gilt als wesentliche Störgröße bei in-vivo-Untersuchungen zur Körperzusammensetzung (ANDREW u.a., 1995). Die Menge des Magen-Darm-Inhaltes kann in Abhängigkeit von der Fütterung sowie physiologischen Zuständen erheblich variieren. REID u.a. (1963) geben die Schwankungsbreite für den Anteil des Ingestainhaltes an der Lebendmasse mit 5 bis 30 % an. Somit kommt dem Magen-Darm-Inhalt als sehr variable Komponente der Körpermasse bei der Kalkulation der Körperzusammensetzung eine besondere Bedeutung zu. Bei der Analyse der Regressionsgleichungen verschiedener Autoren wird dieser Einfluß deutlich. Bei der Bestimmung der Körperkomponenten Wasser und Fett unter Verwendung des HVR bezogen auf die Leerkörpermasse werden höhere Bestimmtheitsmaße ermittelt als unter Verwendung des HVR bezogen auf die Lebendmasse (WAPPLER, 1997).

Eine weitere Fehlerquelle liegt im Magen-Darm-Kanal als Diffusionsraum begründet. Der  $HVR_{12}$  wird als Maß für das Leerkörperwasser angesehen, d.h., eine Anreicherung exogen zugeführten Harnstoffs im Verdauungstrakt zu diesem Zeitpunkt findet nicht statt. BARTLE und PRESTON (1986) können in Untersuchungen an 20 Stunden gefasteten Färsen zum Zeitpunkt der Probenentnahme nach 12 Minuten trotz hoher Harnstoffkonzentrationen im Blut keinen nennenswerten Harnstoffübertritt in den Pansen beobachten. Darüber hinaus stellen sie fest, daß bis zwei Stunden nach Applikation des Harnstoffs weder der Harn noch die Pansenflüssigkeit einen entscheidenden Einfluß auf die Größe des HVR ausübt. Auch HARMEYER u.a. (1973) geben an, daß im Hungerzustand (10 bis 20 Stunden nach Futterentzug) der endogene Harnstoff-Transfer auf Null absinkt. Das Fehlen von Substrat- bzw. Energiequellen beeinträchtigt die Tätigkeit der Pansenmikroorganismen in deren Folge sich ein Anstieg der Ammoniakkonzentration im Pansen einstellt. Eine hohe Ammoniakkonzentration einerseits sowie fehlende organische Substanz andererseits hemmen die ureaseaktiven Bakterien, wodurch der Harnstoff-Transfer in den Pansen gedrosselt wird (CHENG und WALLACE 1979). Im Gegensatz zu Tieren im Hungerzustand ist bei ungefasteten Tieren mit normaler Pansenfermentationsrate ein Übertritt von Harnstoff in den Magen-Darm-

Kanal bis zur Blutprobenentnahme nach 12 Minuten möglich. Eine negative Beeinflussung der Größe des HVR ist somit sehr wahrscheinlich. BARTLE u.a. (1988) vergleichen die 12-Minuten-Methode an ungefasteten und gefasteten Schafen. Bei der Bestimmung der Körperkomponenten Wasser und Fett werden bei den gefasteten Tieren erheblich bessere Bestimmtheitsmaße beobachtet als bei den ungefasteten Tieren. Neben physiologischen können auch verfahrenstechnische Faktoren Einfluß auf die Genauigkeit nehmen. Dabei ist insbesondere auf eine zeitlich exakte Blutprobengewinnung nach 12 Minuten zu achten. Infolge des schnellen Abfalls der Blutharnstoffkonzentration wirken sich Fehler bei der Blutprobenentnahme nachteilig auf die Kalkulation des HVR aus. Eine um eine Minute zu späte Entnahme hat einen 1 bis 2 % größeren HVR zur Folge (BARTLE u.a., 1988). Weiterhin sind hämolytische Veränderungen im Blutprobenmaterial, die bei etwa der Hälfte der untersuchten Tiere beobachtet wurden, nachteilig für die Analytik. Durch die veränderte Eigenfarbe der Probe sind Verfälschungen der Ergebnisse bei der photometrischen Bestimmung nicht ausgeschlossen (NAUMANN u.a., 1983).

### Literatur

- AGABRIEL, J.; DECOURTENAY, M.B.; OLLIER, A.:  
Utilisation de l'urée comme marqueur de l'eau corporelle chez des vaches Piennoires. *Reprod. Nutr. Develop.* (1990), Suppl. 2, 249-250
- ALRAHEEM, S.; RASHID, N.; AZIZ, D.; ALKASS, J.; ABOUD, K.:  
Evaluation of urea dilution for estimating carcass composition in tailed sheep. *Proceedings of the 38. international congress of meat science and technology. Clerant-Ferrand. France. 23.-28.8.1992*, 249-461
- ANDREW, S.M.; ERDMAN, R.A.; WALDO, D.R.:  
Prediction of body composition of dairy cows at three physiological stages from deuterium and urea dilution. *J. Dairy Sci., Champaign, Ill.* 78 (1995), 1083-1095
- BARANOW-BARANOWSKI, S.; JANUS, K.; JANKOWIAK, D.; SKRZYPZAK, W.:  
Methodes for determining volume of total body water in calves. I. Attempts to use urea in detmrining total body water. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej W Szczecinie Zootechnika* 137 (1989), 79-87
- BARTLE, S.J.; MALES, J.R.; PRESTON, R.L.:  
Evaluation of urea dilution as an estimator of body composition in mature cows. *J. Anim. Sci., Albany, N.Y.* 56 (1983), 410-417
- BARTLE, S.J.; PRESTON, R.L.:  
Plasma, rumen and urine pools in urea dilution determination of body composition in cattle. *J. Anim. Sci., Albany, N.Y.* 63 (1986), 77-82
- BARTLE, S.J.; TURGEON, O.A.; PRESTON, R.L.; BRINK, D.R.:  
Procedural and mathematical considerations in urea dilution estimation of body composition in lambs. *J. Anim. Sci., Albany, N.Y.* 66 (1988), 1920-1927
- BIRD, P.R.; FLINN, P.C.; CAYLEY, J.W.D.; WATSON, M.J.:  
Body composition of live cattle and ist prediction fasted liveweight, triated water space and age. *Austr. J. Agric. Res.* 33 (1982), 375-387
- CHENG, K.-J.; WALLACE, R.J.:  
The mechanism of passage of endogenous urea through the rumen wall and the role of ureolytic epithelial bacteria in the urea flux. *Brit. J. Nutr.* 42 (1979), 553-557
- GAD, S.M.; PRESTON, R.L.:  
In vivo prediction of extracellular and intracellular water in cattle and sheep using thiocyanate and urea. *J. Anim. Sci., Albany, N.Y.* 68 (1990), 3649-3653
- GÄRTNER, K.:  
Untersuchungen über die Größe des Verteilungsraumes von Harnstoff bei Ziegen. *Z. Tierphysiol., Tiererähr., Futtermittelkd.* 16 (1962), 366-373

- GEERKEN, C.M.; HERRERA, F.R.:  
The utilization of urea space for the estimation of the body fat in dry cows. *Cuban J. Agric. Sci.* 24 (1990), 299-304
- HAMMOND, A.C.; WALDO, D.R.; RUMSEY, T.S.:  
Prediction of body composition in Holstein steers using urea space. *J. Dairy Sci., Champaign, Ill.* 73 (1990), 3141-3145
- HARMEYER, J.; VARADY, J.; BIRCK, R.; MARTENS, H.:  
Der Harnstoffverteilungsraum bei kleinen Wiederkäuern bei Fütterung und bei Hunger. *Arch. Tierernähr., Berlin* 23 (1973), 537-553
- HOUP, T.R.:  
Utilization of blood urea in ruminants. *Am. J. Physiol.* 197 (1959), 115-120
- JONES, S.D.M.; WALTON, J.S.; WILTON, J.W. SZKOTNICKI, J.E.:  
The use of urea dilution and ultrasonic thickness to predict the carcass composition of live lambs and cattle. *Can. J. Anim. Sci., Ottawa* 62 (1982), 371-379
- KOCK, S.W.; PRESTON, R.L.:  
Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. *J. Anim. Sci., Albany, N.Y.* 48 (1979), 319-327
- NAUMANN, J.; NEUMANN, G.; SCHMORANZER, A.:  
Der Einfluß einer unterschiedlich starken Hämolyse auf chemisch-klinische Parameter des Schweines. *Mh. Vet. Med., Jena* 38 (1983), 131-133
- NEUER, R.:  
Experimentelle Untersuchungen zum Energie- und Fettstoffwechsel der Milchkuh während der Trockenstehperiode und in der Frühaktation unter besonderer Berücksichtigung der Rückenfettdicke. *Freie Univ. Berlin, Vet. Med. Diss.*, 1993
- PAINTER, E.E.:  
Total body water in the dog. *Am. J. Physiol.* 129 (1940), 744-755
- PANARETTO, B.A.; TILL, A.R.:  
Body composition in vivo. II. The composition of mature goats and its relationship to the antipyrine, tritiated water and N-acetyl-4-aminoantipyrine spaces. *Austr. J. Agric. Res.* 14 (1963), 926-943
- PRESTON, R.L.; KOCK, S.W.:  
In vivo prediction of body composition in cattle from urea space measurements. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 143 (1973), 1057-1061
- REID, J.T.; BENSADOUN, A.; PALADINES, O.L.; VAN NIEKERK, B.D.H.:  
Body water estimations in relation to body composition and indirect calorimetry in ruminants. *Annals of the New York Academy of Sciences* 110 (1963), 327-342
- RULE, D.C.; ARNHOLD, R.N.; HENGES, E.J.; BEITZ, D.C.:  
Valuation of urea dilution as a technique for estimating body composition of beef steers in vivo: Validation of published equations and comparison with chemical composition. *J. Anim. Sci., Albany, N.Y.* 63 (1986), 1935-1948
- STAUFENBIEL, R.:  
Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes unter besonderer Berücksichtigung der Messung der Rückenfettdicke und der Untersuchung von Fettgewebe. *Freie Univ. Berlin, Habil. Schrift*, 1993
- WAPPLER, O.:  
Vergleichende Untersuchungen zur Aussage des Harnstoffverteilungsraumes, der Lebendmasse und der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt der Milchkuh. *Freie Univ. Berlin, Vet. Med. Diss.*, 1997
- WIEDEMANN, F.:  
Untersuchungen zur Rückenfettdicke und dem über das Gesamtkörperwasser bestimmten Körperfettgehalt bei weiblichen Jungrindern und Jungkühen. *Humboldt-Univ. Berlin, Vet. Med. Diss.*, 1989

Eingegangen: 19.10.1998

Akzeptiert: 09.07.1999

Anschriften der Verfasser

Dr. OLAF WAPPLER

Schnellröder Str. 24

D-37235 Hess. Lichtenau

Prof. Dr. RUDOLF STAUFENBIEL

Freie Universität Berlin, Klinik für Kleintiere

Königsberg 65

D-14163 Berlin

## Buchbesprechung

### Operationen an Hund und Katze

HORST SCHEBITZ und WILHELM BRASS

2. neubearbeitete Auflage, Parey Buchverlag Berlin 1999, 504 Seiten, über 600 Abbildungen, 67 Tabellen, ISBN: 3-8263-3032-3, 248,00 DM, 1810,00 ÖS, 228,50 SFr

Nach der erfolgreichen Verbreitung der ersten Auflage der *Operationen an Hund und Katze* ist nun die zweite Auflage, des in der Kleintierchirurgie zu den Standardwerken gehörenden Buches, erschienen. Bereits bei der ersten Durchsicht zeichnet sich die Monographie sowohl durch eine übersichtliche Gliederung als auch eine prägnante und schnörkellose Beschreibung der einzelnen Themenbereiche aus. Ergänzend zu den Textbeiträgen ist es den Autoren gelungen, hervorragend gestaltete bildliche Darstellungen einzufügen und diese übersichtlich zu beschriften. Dem Leser werden praxisbewährte Operationsmethoden aufgezeigt, darüber hinaus wird er über den neuesten Stand auf den Gebieten Anästhesie und Operationstechniken informiert. Ausgehend von physiologischen und pharmakodynamischen Grundlagen werden in dem umfangreichen Kapitel zur Anästhesie nicht nur die verschiedenen Narkosemethoden beschrieben, sondern der Leser erhält zudem wertvolle Hinweise zur peri- und postoperativen Patientenüberwachung und zum Verhalten bei Narkosezwischenfällen. Besonders hervorzuheben ist die durchgehend gelungene, einprägsame systematische Abhandlung der einzelnen Operationsmethoden zu den entsprechenden Organen und Organsystemen. Es werden nacheinander Indikation, Instrumente, Vorbereitung, Vorgehen und Wundverschluß behandelt. Zudem enthält die Monographie wichtige Hinweise für Nachbehandlungen bei Operationen, die zur Sicherung des Therapieerfolges als sehr bedeutsam anzusehen sind. Mit der Aufnahme des Abschnittes *Endoskopie und minimalinvasive Chirurgie* wurde der aktuellen Entwicklung auf dem Gebiet Rechnung getragen. Die Techniken der Endoskopie und der minimalinvasiven Chirurgie werden sowohl allgemein beschrieben als auch unter speziellen Indikationen detaillierter erläutert. Die Möglichkeiten, die diese modernen Methoden bieten, werden mit denen im Rahmen von konventionellen Vorgehensweisen verglichen. Die zweite Auflage der *Operationen an Hund und Katze* ist ein hochaktuelles, in Text und Bild hervorragend gestaltetes, umfassendes Lehr- und Nachschlagewerk.

WILHELM KANITZ, Dummerstorf