

Aus dem Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) Dummerstorf¹, der Universität Rostock, Agrar- und Umweltwiss. Fakultät² und der Freien Universität Berlin, Klinik für Kleintiere³

LOTHAR PANICKE¹, ECKHARD FISCHER² und RUDOLF STAUFENBIEL³

Variation und Eignung von physiologischen Merkmalen des Glukosetoleranztestes für die indirekte Eigenleistungsprüfung von Jungbullen

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Horst Kräußlich zum 75. Geburtstag gewidmet

Summary

Title of the paper: Variation and suitability of physiological indicators of the glucose tolerance test for the indirectly evaluation of young bulls

The parameters of glucose tolerance test are suitable for an additional recommendation for the valuation of the breeding bulls before the start of test could be given. This show the variation, the genetic determination and the mean correlations between physiological indicator and estimated breeding value by 0.40 to 0.50. The offspring's breeding value is suitable equivalent examined physiological indicators. These relationships are affected by factors such as experimental conditions, age and nutritional state of animals.

Key Words: cattle, young bulls, glucose, insulin, breeding value

Zusammenfassung

Ausreichende Variation, genetische Determiniertheit sowie mittlere Korrelationen zum Nachkommenzuchtwert um $r = 0,40 - 0,50$ lassen den Glukosetoleranztest erfolgversprechend für eine zusätzliche Bewertung von Jungbullen vor dem Testeinsatz erscheinen, wenn sich die Ergebnisse wiederholt bestätigen. Der Zuchtwert ist ein geeignetes Äquivalent für die Prüfung physiologischer Indikatoren. Die Beziehungen werden beeinflusst durch Faktoren wie experimentelle Bedingungen, Prüfalter, Ernährungsregime. Die aus dem Glukosetoleranztest abgeleiteten physiologischen Parameter sind für eine zusätzliche Empfehlung zur Bewertung von Jungbullen geeignet.

Schlüsselwörter: Rind, Glukose, Insulin, Zuchtwert, Jungbülle

Einleitung

Die Züchtung landwirtschaftlicher Nutztiere umfasst ein breites Spektrum mit Leistung, Gesundheit, Funktionalmerkmalen, Produktqualität und Kosten. Als Voraussetzung für die Zuchtwertschätzung erfolgt die Leistungsprüfung zu verschiedenen Zeitpunkten des Lebens oder der Laktation in Abhängigkeit von dem Merkmal und Zuchtziel. Die Milchleistung der Kühe zählt zu den geschlechtsbegrenzten Merkmalen und lässt sich als Eigenleistung nur bei weiblichen Rindern in der Milchleistungsprüfung messen. Die erforderliche Nachkommenprüfung verlängert das Generationsintervall und reduziert den Zuchtfortschritt in der Zeiteinheit. Eine hohe Milchleistung bei gleichzeitiger stabiler Stoffwechselgesundheit mit ungestörter Fruchtbarkeit der Milchkuh hängt in entscheidendem Maße von einer ausgewogenen Energieverteilung im Körper ab. Genetische Korrelationen drücken einen physiologischen Zusammenhang aus.

In der Literatur werden verschiedene Ansätze verwendet, um den Zusammenhang physiologischer Merkmale zur phänotypischen Merkmalerwartung zu nutzen (Tab. 1). Bei zusammenfassender Betrachtung der ausgewählten Merkmale und Untersuchungen bei Rindern tendieren die Konzentration von Glukose (GLU) und des Wachstumshormons (GH) gegenüber anderen Merkmalen wie freie Fettsäuren, Harnstoff, Thyroxin, Somatotropin zu überlegeneren Ergebnissen.

Tabelle 1

Korrelationen zwischen Stoffwechselfparametern und der Leistung bei Milchrindern (Correlations between metabolic parameters and performance of dairy cattle)

Autor	Jahr	Material	Alter Mon.	Parameter	von	... bis
1. Sejrnsen Larsen Anderson	1984	RD-Bullen div. Linien (Index 111 und 91) mit 5 Tage fasten $n_{111} = 10$ $n_{91} = 6$	3,5 7,0	GLU INS FFA UREA TH	- 0,21 - 0,55 - 0,53 - 0,64 - 0,51	+ 0,55 + 0,49 + 0,52 + 0,09 + 0,21
2. Seeland Reinicke Schönmuth	1984 1985 1988	N=3181 Färsen n=2895 Jungbullen Schwarzbunte	3, 6, 9	T3	- 0,04 0,03	- 0,23 0,13
3. Klindt	1988	HF-Bullen n = 26	66	GH _{peak} PRL _{peak}		- 0,44 - 0,36
4. Kazmar Camfield	1992	HF-Bullen zum Pedigree, n=105	9	STH	- 0,23 - 0,24	+ 0,26 + 0,33
5. Sauerwein	1994	Habilschrift TU München		IGF-1	ungeeignet	
6. Robinson Hammond McDowell	1994	Schwarzbunt-Bullen n = 46	12 bis 62	GH GLU INS FFA UREA	- 0,23 - 0,42 - 0,12 - 0,30 - 0,15	+ 0,23 - 0,10 + 0,12 + 0,33 - 0,03
7. Reinicke Staufenbiel Panicke	1993	HF-Kühe (n_1) und Färsen (n_2) $n_1 = 45$ $n_2 = 12$	pp 12	GLU _{basal} GLHWZ INS _{peak} INS _{basal}	- 0,05 - 0,27 - 0,48 - 0,38	+ 0,22 - 0,45 + 0,30 - 0,12
8. Soerensen Lovendahl	2000	Bullen (n_1) und Färsen (n_2) $n_1 = 142$ $n_2 = 317$	9 9	GLU _{basal} INS _{peak} FFA _{peak} GH _{basal} GH _{peak} GH-Rate Index: Single Double	0,34 0,13 0,19 - 0,64 - 0,28 - 0,48 0,26 0,33	0,39 0,22 - 0,11 - 0,19 - 0,50 - 0,28 0,40 0,48
9. Panicke Fischer Staufenbiel	1998 1999 2000	HF-Bullen n=411/28 Warschau, Zürich Arch.Tierz. Den Haag, Baltimore	13	GLU _{basal} GLHWZ INSA INS _{peak}	- 0,27 - 0,51 + 0,18 + 0,19	

Legende: RD = Rote Danen
HF = Holstein Frisian
pp = post partum
Mon. = Monate
GLU = Glukose
GLHWZ = Glukosehalbwertzeit
INS = Insulin
INSA = Insulinflächenäquivalent
FFA = Freie Fettsäure
UREA = Harnstoff
T3 = Thyroxin
GH = Wachstumshormon
PRL = Prolactin

Die Glukose wird durch das Insulin gesteuert. Das Insulin besitzt auf Grund seiner zentralen Stellung im Energiestoffwechsel eine hervorragende Bedeutung für die Aus-

prägung der endokrin gesteuerten Stoffwechseleigenschaften und des Stoffwechselreaktionsvermögens. Die Insulinfunktion kann mit Hilfe des intravenösen Glukosetoleranztestes (GTT) erfaßt werden.

Ziel dieser Untersuchung ist es, einen zusätzlichen Beitrag zur Bewertung von Jungbullen durch physiologische Merkmale in der indirekten Eigenleistungsprüfung aus dem Glukosetoleranztest vorzubereiten. Dafür werden die Merkmalsvariation, ihre genetische Determiniertheit sowie die Zusammenhänge zum Nachkommenzuchtwert untersucht.

Material und Methoden

Der intravenöse Glukosetoleranztest (GTT) wurde von BURKERT (1998) in 6 Aufzuchtstationen an insgesamt 411 Bullen der Rasse Deutsche Holsteins der Farbrichtungen Schwarzbunte (n=329) und Rotbunte (n=53) und der Rasse Angler (n=29) mit einem Alter zwischen 129 und 2756 Tagen durchgeführt. Die Schwarzbuntbullen waren repräsentativ über die untersuchten Altersgruppen verteilt (Tab. 2).

Tabelle 2

Anzahl und Alter der GTT getesteten Schwarzbuntbullen (number and age of Black and White bulls tested with the glucose tolerance test)

Alter in Jahren	1	2	3	4	> 4	Summe
Anzahl	74	56	82	63	54	329

Die Bullen konnten seit der letzten Fütterung am Nachmittag des Vortages lediglich Wasser aufnehmen. Nach dem Legen einer verschließbaren Flexüle in die *V. jugularis* und der Gewinnung einer Ausgangsprobe zur Bestimmung der Basiswerte wurde 1 g Glukose/kg^{0,75} Körpermasse innerhalb von 1 bis 3 Minuten in Form einer 40 %igen körperwarmen Glukoselösung injiziert. Nach der Glukoseinfusion wurden im Abstand von 7 Minuten 9 weitere Blutproben zur Erfassung der Insulin- und Glukosereaktion gewonnen. Zur Plasmagewinnung wurden die Blutproben innerhalb von zwei Stunden zentrifugiert. Das Plasma wurde bis zur Verarbeitung bei -18°C gelagert.

Die Plasmainsulinbestimmung erfolgte als Doppelbestimmung mit dem Insulin Radiomimmunassay der Fa. Biermann-GmbH. Der methodische Fehler innerhalb eines Assays betrug 6,4 %, der zwischen den Testbestecks 8,3 %. Die Impulsrate des ¹²⁵I wurde an einem Gammacounter gemessen. Die Plasmaglukose wurde mittels GOD-POD-Methode der Fa. Boeringer-Mannheim-GmbH am automatischen Photometer CORONA der Fa. Clinicon bestimmt. Die Glukosehalbwertzeit wurde mit geringer Abweichung von der Empfehlung von KANEKO (1989) (15. bis 45. min) mittels Regression aus den ln-transformierten Glukosekonzentrationen von der 14. bis zur 42. min. bestimmt. Die Glukosehalbwertzeit ist mit Hilfe der fraktionierten Turnoverrate $k = (\ln G_1 - \ln G_2) / (T_2 - T_1) \cdot 100 = \% / \text{min}$ berechnet worden, wobei $\ln G_1$ und $\ln G_2$ die ln-transformierten Glukosekonzentrationen in der 14. und 42. min. p. inj. und der Ausdruck $(T_2 - T_1)$ die Zeitspanne zwischen der 42. und 14. min. sind. Aus k ließ sich die Glukosehalbwertzeit durch die Beziehung $G_{HWZ} = \ln 2 / k \cdot 100 = \text{min}$ errechnen.

Als Ersatzparameter für die Flächen unter den Glukose- und Insulinkonzentrationsverlaufskurven nach dem Glukosestimulus werden die Flächenäquivalente G_A und I_A verwendet. Die Bildung der Flächenäquivalente erfolgt durch Addition der Glukose-

bzw. Insulinkonzentration in der 2. bis 10. Probe abzüglich der Glukose- bzw. Insulinausgangskonzentration. Die Flächenäquivalente werden ohne Einheiten angegeben.

Die maximale Glukosekonzentration über dem Basalspiegel G_{MAX} ist die Glukosekonzentration in der 1. Probe (G_{max1}) nach der Glukoseinfusion (7. min p. inj.) abzüglich der Glukoseausgangskonzentration (G_0) und wird in mmol/l angegeben.

Die maximale Insulinkonzentration über dem Basalspiegel I_{MAX} ist die höchste Insulinkonzentration von den 9 Proben nach der Glukoseinjektion abzüglich der Insulinausgangskonzentration und wird in $\mu U/ml$ angegeben.

Der Quotient aus den Flächenäquivalenten I_A/G_A charakterisiert den Regelaufwand zur Aufrechterhaltung der Glukosehomöostase. Die Angabe der Werte erfolgt ohne Einheiten.

Auf der Basis der von BURKERT (1998) ermittelten Werte wurden in den vorliegenden Untersuchungen mit dem Programm PEST (GROENEVELD et al., 1993) für die einzelnen Parameter des GTT die Tiereffekte geschätzt. Die sowohl für die Ermittlung der Tiereffekte als auch für die Schätzung der Heritabilität erforderlichen Varianzkomponenten für die Faktoren 'Rest' und 'Tier' wurden mit dem Programm VCE 4.2 (GROENEVELD, 1998) berechnet. Die Schätzung erfolgte auf der Grundlage des Einmerkmalsmodells unter Berücksichtigung der Herden-Probenahme-Effekte und des Alters sowie des Tiereffektes:

$$y_{jkl} = m + hp_j + ac_k + a_l + e_{jkl}$$

wobei:	y_{jkl}	-	Parameterwert des l-ten Tieres
	m	-	allgemeines Mittel
	hp_j	-	j-ter Herde-Probenahme-Effekt(fix)
	ac_k	-	fixer Effekt der k-ten Altersklasse [Halbjahr]
	a_l	-	zufälliger Effekt des l-ten Tieres
	e_{jkl}	-	zufälliger Resteffekt.

Für insgesamt 292 schwarzbunte Bullen, die im GTT untersucht wurden, liegen auch Ergebnisse aus der Zuchtwertschätzung vor. Die Verteilung der Bullen über die Betriebe und Lebenshalbjahre ist für die Untersuchung geeignet. Je Lebenshalbjahr werden 25 oder mehr Bullen vom zweiten bis 9. Lebenshalbjahr ausgewiesen. Zwischen den für diese Bullen ermittelten Tiereffekten aus den Parametern des GTT und den vom Informationssystem Tierhaltung Verden (VIT) veröffentlichten Nachkommen-Zuchtwerten werden korrelative Beziehungen mit dem Programm SPSS 10.0 (**= $p < 0,01$; *= $p < 0,05$.) berechnet. Alle Korrelationen werden innerhalb der schwarzbunten Bullen ausgewertet.

Ergebnisse

Den Ergebnissen liegen die Untersuchungen von 329 schwarzbunten Bullen im Glukosetoleranztest zugrunde. Die absoluten Messwerte aus dem Glukosetoleranztest (Tab. 3) wurden logarithmiert. Nach Logarithmierung der Testparameter (Tab. 4) konnten von BURKERT (1998) keine signifikante Abweichungen von der Normalverteilung nachgewiesen werden.

Tabelle 3

Absolute Parameter des Glukosetoleranztestes an schwarzbunten Bullen (Absolute parameters of the glucose tolerance test in Black and White bulls; $n = 329$)

Parameter		Mittelwert	s	s %	Minimum	Maximum
G_0	mmol/l	4,2	0,6	13	2,0	5,8
G_{MAX1}	mmol/l	11,7	0,9	7	9,6	14,5
G_A		34,6	7,4	21	11,8	56,5
G_{HWZ}	min	57,9	21,2	36	18,5	165,3
I_0	μ U/ml	14,0	8,2	59	2,6	61,3
I_{MAX}	μ U/ml	116,5	66,9	57	16,7	317,4
I_A		596,7	370,0	62	52,4	2006,3
I_A/G_A		18,9	13,9	74	1,2	77,6

Die mittlere Glukoseausgangskonzentration (G_0) liegt erwartungsgemäß relativ stabil um 4,2 mmol/l mit einer Standardabweichung von 0,6 mmol/l oder einem Variationskoeffizienten von 13%. Ebenso weist die maximale Glukosekonzentration (G_{MAX1}) bei einem Mittelwert um 11,7 mmol/l nur einen geringen Variationskoeffizienten um 7% aus. Die Variationskoeffizienten steigen für die absoluten Messwerte über das Glukoseflächenäquivalent (G_A) mit 21% auf 36% bei der Glukosehalbwertszeit (G_{HWZ}). Für die Insulinparameter erreichen sie Werte um 60% (Tab. 3). Mit der Logarithmierung (Tab. 4) ist eine erhebliche Reduzierung der Variationskoeffizienten für die Glukoseparameter in den Bereich von 3 - 9% und für die Insulinparameter in den Bereich von 10 - 28% verbunden. Die Testmerkmale sind damit in ihrer Variationsbreite mit quantitativen Merkmalen wie Gewicht oder Milchleistung vergleichbar. Die höhere Variation insbesondere der Insulinausgangskonzentration und der maximalen Insulinkonzentration gegenüber der Glukosekonzentration im Plasma ist auf den funktionalen Wettbewerb des Insulins im Stoffwechsel zurückzuführen.

Tabelle 4

Logarithmierte Parameter des Glukosetoleranztestes an schwarzbunten Bullen (Parameters of the glucose tolerance test in Black and White bulls after logarithmic transformation; $n = 329$)

Parameter		Mittelwert	s	s %	Minimum	Maximum
$\ln G_0$	mmol/l	1,43	0,14	9	0,69	1,76
$\ln G_{MAX1}$	mmol/l	2,45	0,07	3	2,27	2,67
$\ln G_A$		3,52	0,23	7	2,47	4,03
$\ln G_{HWZ}$	min	4,00	0,36	9	2,92	5,11
$\ln I_0$	μ U/ml	2,50	0,53	21	0,96	4,12
$\ln I_{MAX}$	μ U/ml	4,58	0,62	14	2,81	5,76
$\ln I_A$		6,20	0,64	10	3,96	7,60
$\ln I_A/G_A$		2,68	0,74	28	0,15	4,35

Die geschätzten Heritabilitätskoeffizienten (h^2) in Tabelle 5 weisen auf einen genetischen Hintergrund der verwendeten physiologischen Merkmale des Glukosetoleranztestes hin. Für die Merkmale der Glukosekonzentrationen, der Glukosefläche und der Glukosehalbwertszeit werden mittlere h^2 -Werte um 0,20 erreicht. Die Messwerte der Insulinreaktion führen innerhalb der Schwarzbunten zu geringeren Schätzwerten für h^2 im Gegensatz zu den Untersuchungen über alle einbezogenen Rassen (PANICKE et al., 1999). Bei der geringen Tieranzahl von 329 Bullen von 104 Vätern werden mit der Materialfortschreibung die Ergebnisse weiter verfolgt. Die ausgewiesenen Schätzfehler sind mit Ergebnissen um 50% des Schätzwertes sehr hoch, was bei dem geringen

Materialumfang nicht anders zu erwarten war. Da keine anderen Ergebnisse zur Schätzung der genetischen Determiniertheit für diese physiologischen Merkmale vorliegen, sollte auf ihre Schätzung nicht verzichtet werden. Die Heritabilitätsschätzung für diese physiologischen Merkmale bedarf gesonderter Untersuchungen.

Tabelle 5

Heritabilitätskoeffizienten (h^2) der Parameter des Glukosetoleranztestes an schwarzbunten Bullen ($n = 329$ Bullen von $m = 104$ Vätern) (Heritability parameters of the glucose tolerance test in Black and White bulls; $n=329$)

Parameter	Heritabilitätskoeffizient (h^2)	SE (h^2)
$\ln G_0$	0,12	0,10
$\ln G_{MAX1}$	0,18	0,10
$\ln G_A$	0,17	0,09
$\ln G_{HWZ}$	0,20	0,12
$\ln I_0$	0,00	0,00
$\ln I_{MAX}$	0,11	0,09
$\ln I_A$	0,10	0,09
$\ln I_A/G_A$	0,20	0,10

LN	=	Logarithmus naturalis	I_0	=	Insulinbasiswert
G_0	=	Glukosebasiswert	I_{MAX}	=	Insulinmaximum
G_{MAX1}	=	Glukosemaximum	I_A	=	Insulinfläche
G_{HWZ}	=	Glukosehalbwertzeit	I_A/G_A	=	Quotient Glukose/Insulin
G_A	=	Glukosefläche			

Die Glukosehalbwertzeit (G_{HWZ}) und das Insulinmaximum (I_{MAX}) verhalten sich in der Altersabhängigkeit gegenläufig. Sie erreichen im dritten Lebensjahr ihr Minimum bzw. Maximum. Das Alter der Zuchtbullen zur Untersuchung nimmt wesentlichen Einfluß auf die Bewertung der verwendeten Merkmale im Glukosetoleranztest (GTT). Die Beziehungen der geschätzten Tiereffekte für die Merkmale im Glukosetoleranztest zum Nachkommen-Zuchtwert sind in den Lebensabschnitten verschieden. Am Beispiel der Glukosehalbwertzeit ($\ln G_{HWZ}$) ist in Tabelle 6 zu erkennen, dass im dritten

Tabelle 6

Korrelationen zwischen der Glukosehalbwertzeit und den Zuchtwerten der Bullen in den Lebenshalbjahren bei Schwarzbunten Bullen (ZWS Februar 2001) (Correlations between of the glucose half-life ($\ln G_{HWZ}$) and the offspring's breeding values of black and white bulls according to life half years. Estimation of breeding value February 2001)

Lebenshalbjahr	Anzahl n	Merkmale des Zuchtwertes (EBV)					
		Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	Fett-%	Eiweiß-%	RZM
1	7	-0,62	-0,30	-0,50	+0,28	+0,24	-0,44
2	42	+0,02	+0,01	-0,08	-0,01	-0,12	-0,06
3	28	-0,52**	-0,43*	-0,40*	+0,26	+0,46*	-0,44*
4	25	+0,36	+0,23	+0,29	-0,13	-0,22	+0,29
5	37	-0,22	-0,32	-0,17	-0,04	+0,21	-0,21
6	45	-0,12	-0,08	+0,01	+0,08	+0,28	-0,01
7	35	+0,03	+0,19	+0,09	+0,16	+0,11	+0,12
8	28	+0,18	+0,17	+0,20	-0,04	-0,04	+0,20
9	24	+0,02	-0,27	+0,05	-0,28	+0,02	-0,04
≥10	21	+0,15	+0,41	+0,19	+0,16	+0,01	+0,24
alle	292	-0,07	-0,06	-0,02	+0,02	+0,11	-0,04
3. - 7. Lebensquartal:							
3	31	+0,04	+0,13	-0,02	+0,10	-0,08	+0,02
4	11	-0,05	-0,50	-0,37	-0,40	-0,23	-0,44
5	15	-0,67**	-0,33	-0,50	+0,59*	+0,66*	-0,48
6	13	-0,38	-0,46	-0,31	-0,08	+0,24	-0,39
7	11	+0,19	-0,27	-0,08	-0,38	-0,35	-0,15

Lebenshalbjahr mittlere Korrelationskoeffizienten von 0,4 – 0,5 zu den Ertragsmerkmalen erreicht werden können. Von den physiologischen Merkmalen im Glukosetoleranztest ist nach diesen Ergebnissen nur altersbegrenzt eine zusätzliche Information für den Nachkommenzucht wert zu erwarten. Über alle Altersklassen ist die Beziehung zum Nachkommenzucht wert Null. Da ein Interesse an frühzeitigen Ergebnissen für die zusätzliche Bewertung der Erwartungsleistung vorliegt, wurden das zweite und dritte Lebenshalbjahr am Tabellenende (Tab. 6) weiter in den Lebensquartalen untersucht. Die Ergebnisse lassen eine zeitliche Begrenzung des möglichen Prüfzeitraumes für eine indirekte Eigenleistungsprüfung deutlich werden, auch wenn mit der begrenzten Tierzahl in den Quartalen nur wenige Korrelationen gesichert werden können. Der mögliche Prüfzeitraum für eine indirekte Eigenleistungsprüfung von Jungbullen bedarf gesonderter Untersuchungen.

Tabelle 7

Korrelationen zwischen Eigenleistungsmerkmalen aus dem Glukosetoleranztest und den Zuchtwerten der Bullen (Tiereffekte $n=329$; ZWS Februar 2001) (Correlations between of the parameter intravenous glucose test and estimated breeding value)

Eigenleistung-Merkmal	Zuchtwert (Nachkommenprüfung-EBV)					
	Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	Fett-%	Eiweiß-%	RZM
2. Lebenshalbjahr $n=42$						
$\ln G_0$	-0,22	-0,11	-0,19	-0,12	+0,14	-0,18
$\ln G_{MAX1}$	-0,20	+0,08	-0,21	+0,30	+0,11	-0,13
$\ln G_A$	-0,09	+0,06	-0,18	+0,16	-0,05	-0,11
$\ln G_{HWZ}$	+0,02	+0,01	-0,08	-0,01	-0,12	-0,06
$\ln I_0$	-0,01	+0,01	-0,06	+0,03	-0,04	-0,04
$\ln I_{MAX}$	-0,08	-0,22	-0,04	-0,12	+0,09	-0,10
$\ln I_A$	-0,02	-0,18	+0,00	-0,13	+0,05	-0,05
$\ln I_A/G_A$	+0,03	-0,14	+0,09	-0,16	+0,07	+0,02
3. Lebenshalbjahr $n=28$						
$\ln G_0$	-0,31	-0,24	-0,27	+0,17	+0,24	-0,28
$\ln G_{MAX1}$	-0,05	-0,08	-0,12	-0,04	-0,09	-0,11
$\ln G_A$	-0,30	-0,31	-0,18	+0,10	+0,34	-0,22
$\ln G_{HWZ}$	-0,52**	-0,43*	-0,40*	+0,26	+0,46*	-0,44*
$\ln I_0$	+0,24	+0,11	+0,14	-0,18	-0,28	+0,15
$\ln I_{MAX}$	+0,32	+0,41*	+0,36	-0,02	-0,08	+0,39*
$\ln I_A$	+0,12	+0,31	+0,19	+0,12	+0,07	+0,23
$\ln I_A/G_A$	+0,22	+0,38*	+0,23	+0,05	-0,09	+0,28
4. – 6. Lebensquartal $n=39$						
$\ln G_0$	-0,29	-0,24	-0,26	+0,12	+0,18	-0,27
$\ln G_{MAX1}$	-0,03	-0,11	-0,12	-0,08	-0,11	-0,12
$\ln G_A$	-0,28	-0,36*	-0,20	+0,01	+0,23	-0,25
$\ln G_{HWZ}$	-0,47**	-0,44**	-0,41**	+0,15	+0,30	-0,45**
$\ln I_0$	+0,21	+0,03	+0,07	-0,20	-0,28	+0,07
$\ln I_{MAX}$	+0,26	+0,32*	+0,31	-0,01	-0,04	+0,33*
$\ln I_A$	+0,07	+0,22	+0,15	+0,11	+0,09	+0,18
$\ln I_A/G_A$	+0,19	+0,33*	+0,22	+0,07	-0,03	+0,27

Für die Auswahl geeigneter Merkmale des Glukosetoleranztestes werden alle Merkmale im erfolversprechenden zweiten und dritten Lebenshalbjahr sowie im 4.-6. Lebensquartal dargestellt (Tab. 7). Im Vergleich der Merkmale und Parameter des Glukosetoleranztestes untereinander in ihrer Beziehung zum Nachkommenzucht wert sind die Glukosemerkmale den Insulinmerkmalen mit mittleren Korrelationskoeffizienten

bei zusammenfassender Betrachtung überlegen. Dabei sind die Glukosehalbwertszeit (G_{HWZ}) und die Glukosefläche (G_A) abhängige Informationen, die beide für eine mögliche zusätzliche Bewertung der Ertragsmerkmale Fett-, Eiweißtrag und Relativzuchtwerth Milch (RZM) einbezogen werden sollten. Im dritten Lebenshalbjahr als möglichen Prüfzeitraum für eine indirekte Eigenleistungsprüfung werden für die Glukosefläche (G_A) ungesicherte phänotypische Korrelationskoeffizienten um $r = 0,20 - 0,30$ sowie für die Glukosehalbwertszeit (G_{HWZ}) mittlere, gesicherte phänotypische Korrelationskoeffizienten um $r = 0,40 - 0,50$ erreicht. Für die Glukosehalbwertszeit (G_{IHWZ}) sind alle Beziehungen zum Nachkommenzuchtwerth für die Ertragsmerkmale im dritten Lebenshalbjahr ($n=28$) sowie im vierten bis sechsten Lebensquartal ($n=39$) gesichert.

Die Beziehungen potentieller Parameter aus dem Glukosetoleranztest zur indirekten Eigenleistungsprüfung von Milchrindjungbullen zum Nachkommenzuchtwerth aus der Nachkommenprüfung für die Ertragsmerkmale sind nach den vorliegenden Ergebnissen vom Prüfalter abhängig. Zur weiteren Prüfung der Sicherheit wurden für die abgeleiteten Merkmale Glukosehalbwertszeit (G_{HWZ}) und Glukosefläche (G_A) von insgesamt 349 Bullen mit GTT-Prüfung und Pedigreezuchtwerthen einschließlich der Bullen ohne Nachkommenzuchtwerthe die Tiereffekte zum Prüfzeitraum im 2. und 3. Lebenshalbjahr neu geschätzt. Im Ergebnis konnten die Beziehungen des Prüfmerkmals zu den Nachkommenzuchtwerthen für die Ertragsmerkmale geringfügig um 5-10% auf Korrelationskoeffizienten um $r = 0,50$ verbessert werden. Die praktischen Auswirkungen verlängerter Prüfzeiträume sind in den zusammengefassten Prüfzeiträumen 2.+3. Lebenshalbjahr sowie 4.-6. Lebensquartal dargestellt (Tab. 8). Der Prüfzeitraum bedarf gesonderter Untersuchungen. Im Vergleich der Ergebnisse der indirekten Eigenleistungsprüfung mit den Ergebnissen aus den Pedigreezuchtwerthen werden zusätzlich ähnliche Ergebnisse für die Ertragsmerkmale erzielt. Bei den Milchinhaltsstoffen mit höheren Heritabilitätskoeffizienten bleiben die Pedigreezuchtwerthe

Tabelle 8

Korrelationen zwischen Eigenleistungsmerkmalen aus dem Glukosetoleranztest (GTT) sowie dem Pedigreezuchtwerth und den Nachkommen-Zuchtwerthen der Bullen (Zuchtwertschätzung Februar 2001; Tiereffektschätzung GTT $n = 349$) (Correlations between parameters of glucose tolerance test (GTT), pedigree breeding value (PBV) and offspring's breeding values (EBV); Estimation of breeding value February 2001)

Eigenleistungs-Merkmal	Zuchtwerth (Nachkommenprüfung)					
	Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	Fett-%	Eiweiß-%	RZM
2. Lebenshalbjahr $n=24$						
ln G_A	-0,12	-0,18	-0,23	-0,05	-0,12	-0,22
ln G_{HWZ}	+0,10	-0,17	-0,12	-0,26	-0,34	-0,15
Pedigree-ZW	+0,73**	+0,60**	+0,57**	+0,46*	+0,47*	+0,40
3. Lebenshalbjahr $n=28$						
ln G_A	-0,42*	-0,41*	-0,27	+0,17	+0,45*	-0,33
ln G_{HWZ}	-0,56**	-0,48*	-0,48*	+0,27	+0,42*	-0,51**
Pedigree-ZW	+0,73**	+0,19	+0,45*	+0,68**	+0,61**	+0,30
2.+3. Lebenshalbjahr $n=52$						
ln G_A	-0,33*	-0,30*	-0,26	+0,10	+0,25	-0,29*
ln G_{HWZ}	-0,37**	-0,33*	-0,36**	+0,10	+0,17	-0,38**
Pedigree-ZW	+0,70**	+0,38**	+0,48**	+0,52**	+0,54**	+0,35*
4.-6. Lebensquartal $n=39$						
ln G_A	-0,38*	-0,43**	-0,30	+0,06	+0,28	-0,36*
ln G_{HWZ}	+0,46**	-0,44**	-0,46**	+0,14	+0,22	-0,49**
Pedigree-ZW	+0,68**	+0,33*	+0,41**	+0,58**	+0,55**	+0,33*

überlegen (Tab. 8).

Ein zusätzlicher Informationsgewinn für die Bewertung der Jungbullen vor dem Testeinsatz dürfte erwartet werden, da die GTT-Merkmale Glukosebasiskonzentration (G_0), Glukosefläche (G_A) und Glukosehalbzeit (G_{HWZ}) vorwiegend nur lose Beziehungen unter $r = 0,20$ zu den Ertragsmerkmalen des Pedigreezuchtwerthes ausweisen (Tab. 9).

Tabelle 9

Korrelationen zwischen Merkmalen aus dem Glukosetoleranztest im 2. und 3. Lebenshalbjahr und den Pedigreezuchtwerthen der Bullen (Tiereffekteschätzung GTT $n=349$) (Correlations between the parameters of intravenous glucose test (GTT) and pedigree breeding values (PBV) in the 2nd+3rd life half years)

Eigenleistungsmerkmal	Pedigreezuchtwert					
	Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	Fett-%	Eiweiß-%	RZM
2.+3. Lebenshalbjahr $n = 52$ mit Nachkommenzuchtwert						
$\ln G_0$	-0,11	-0,04	-0,15	+0,07	-0,00	-0,06
$\ln G_A$	-0,26	-0,32*	-0,12	-0,02	+0,37**	-0,22
$\ln G_{HWZ}$	-0,27	-0,18	-0,15	+0,12	+0,36**	-0,19
2.+3. Lebenshalbjahr $n = 349$						
$\ln G_0$	-0,02	-0,08	-0,04	-0,05	-0,03	+0,02
$\ln G_A$	-0,07	-0,07	-0,01	+0,01	+0,14**	-0,07
$\ln G_{HWZ}$	-0,01	-0,06	+0,04	-0,04	+0,11*	-0,02

Tabelle 10

Korrelationen zwischen dem kalkulierten Erwartungswert (CBV) und dem Relativzuchtwert Milch der Bullen (RZM) auf der Basis verschiedener Informationsquellen und Modelle (Stand Februar 2001) (Correlations between the calculated breeding value (CBV) and the offspring's breeding values (EBV) in different models)

Nr.	Informationsquellen und Modelle	Korrelation		
		Halbjahr 2 $n = 24$	Halbjahr 3 $n = 28$	Quartal 4 - 6 $n = 39$
1.	Mutter - RZM	+0,48* $\pm 0,20$	+0,26 $\pm 0,15$	+0,26 $\pm 0,13$
2.	Vater - RZM	-0,10 $\pm 0,24$	+0,21 $\pm 0,21$	+0,26 $\pm 0,18$
3.	Pedigree - RZM (P)	+0,40 $\pm 0,22$	+0,30 $\pm 0,17$	+0,33* $\pm 0,14$
4.	G_A (als Merkmal)	-0,22 $\pm 0,31$	-0,33 $\pm 0,17$	-0,36* $\pm 0,15$
5.	G_{HWZ} (als Merkmal)	-0,15 $\pm 0,21$	-0,51** $\pm 0,16$	-0,49** $\pm 0,14$
6.	$G_A + G_{HWZ}$	+0,22 $\pm 0,31$	+0,55* $\pm 0,13$	+0,49** $\pm 0,13$
7.	$P + G_A + G_{HWZ}$	+0,55 $\pm 0,12$	+0,64* $\pm 0,11$	+0,56* $\pm 0,12$
8.	$P + G_A + G_A^2 + G_{HWZ} + G_{HWZ}^2$	+0,66** $\pm 0,09$	+0,67** $\pm 0,11$	+0,61** $\pm 0,11$
9.	$P + G_A + G_A^2 + G_{HWZ} + G_{HWZ}^{2,1)}$	+0,42* $\pm 0,11$	+0,36 $\pm 0,15$	-

¹⁾ Regressionskoeffizienten zwischen den Halbjahren 2 und 3 gewechselt

Auf der Basis einfacher und multipler linearer als auch nichtlinearer Regressionen werden ausgehend von den Pedigreezuchtwerthen (PBV), den für die GTT-Parameter ermittelten Tiereffekten und den geschätzten Nachkommenzuchtwerthen (EBV) nach verschiedenen Modellen Erwartungsleistungen (CBV) geschätzt (Tab. 10). Die engeren Korrelationen zwischen der kalkulierten Erwartungsleistung (CBV) und dem geschätzten Nachkommenzuchtwert (EBV) werden aus dem Prüfzeitraum im dritten Lebenshalbjahr erreicht. Mit steigender Genauigkeit von $r=0,21$ auf $r=0,67$ sinkt der Schätzfehler von 0,21 auf 0,11 oder von 100% auf 16% erheblich. Zur Bewertung der Jungbullen vor dem Testeinsatz liegen die Beziehungen zum Nachkommenzuchtwert

(EBV) für die GTT-Merkmale um $r=0,40 - 0,50$ ähnlich wie die Pedigreeinformation um $r=0,30 - 0,40$. In Übereinstimmung mit der relativ unabhängigen Variation der Pedigree- und GTT-Informationen mit $r<0,20$ (Tab. 9) steigt der Informationszuwachs in Modell 7 und 8 auf $r=0,60 - 0,70$ (Tab. 10) an. Durch die nichtlineare Bewertung wird eine weitere Stabilisierung erreicht. Das zeigt, dass physiologische Merkmale nichtlinear zu bewerten sind. Bewusste statistische Fehler durch ausgetauschte Regressionsfunktionen in den Prüfabschnitten drücken den Informationsverlust in der Bewertung der untersuchten Prüfzeiträume im Modell 9 mit sinkenden Korrelationen auf um $r=0,40$ aus. Der Prüfzeitraum ist wichtig für die erzielten Ergebnisse. Die GTT-Merkmale aus der indirekten Eigenleistungsprüfung der Jungbullen und die Pedigreezuchtwerte erreichen vergleichbare Korrelationen zum kalkulierten Erwartungswert (CBV) (Tab. 11). Die Bewertung bedarf gesonderter Untersuchungen.

Tabelle 11

Korrelationen zwischen GTT-Parametern, dem Pedigree-Zuchtwert und dem geschätzten Erwartungswert des Zuchtwertes (Lebenshalbjahr 2 + 3; $n = 52$) (Correlations between parameters of GTT, pedigree breeding value (PBV) and the predicted calculated breeding values (CBV) with respect to traits (life half year 2 + 3; $n = 52$))

Merkmal	Erwartungswert des Zuchtwertes					
	Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	Fett-%	Eiweiß-%	RZM
$\ln G_A$	-0,40**	-0,46**	-0,37**	+0,13	+0,37**	-0,43**
$\ln G_{Hwz}$	-0,44**	-0,51**	-0,52**	+0,14	+0,25	-0,57**
$\ln G_A + \ln G_{Hwz}$	+0,58**	+0,48**	+0,65**	-0,32*	-0,36**	+0,66**
Vater - ZW	+0,55**	+0,17	+0,37**	+0,45**	+0,72**	+0,18
Mutter - ZW	+0,76**	+0,63**	+0,61**	+0,56**	+0,53**	+0,55**
Pedigree- ZW	+0,85**	+0,59**	+0,69**	+0,71**	+0,80**	+0,52**

Tabelle 12

Korrelationen zwischen GTT-Parametern, Pedigree-Zuchtwert (PBV), geschätzten Erwartungswert (CBV) und dem Nachkommenzuchtwert (EBV) (2.+3.LHJ; $n=52$) (Correlations between the predicted calculated breeding values (CBV), the pedigree breeding value (PBV) and the offspring's breeding values (EBV) with respect to selection traits (life half year 2 and 3; $n = 52$))

Merkmal	Nachkommenzuchtwert (EBV)					
	Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg	Fett-%	Eiweiß-%	RZM
$\ln G_A$	-0,33*	-0,30*	-0,26	+0,10	+0,25	-0,29*
$\ln G_{Hwz}$	-0,37**	-0,33*	-0,36**	+0,10	+0,17	-0,38**
$\ln G_A + \ln G_{Hwz}$	+0,48**	+0,31*	+0,45**	-0,23	-0,24	+0,44**
PBV	+0,70**	+0,38**	+0,48**	+0,52**	+0,54**	+0,35*
CBV	+0,83**	+0,65**	+0,70**	+0,73**	+0,67	+0,67**

Berücksichtigt man die realisierten Korrelationen von $r=0,60-0,70$; so ist eine Sicherheit mit einem Bestimmtheitsmaß um $B=r^2=0,40 - 0,50$ für die Ertragsmerkmale Eiweiß-, Fettertrag und RZM zu erwarten. Der zusätzliche Informationsgewinn durch eine mögliche Eigenleistungsprüfung mit dem Glukosetoleranztest ist für die genannten Ertragsmerkmale ähnlich wie die Pedigreeinformationen (Tab. 12). Aus den Ergebnissen der Modellkalkulation ist eine zusätzliche Bewertung der Jungbullen vor dem Testeinsatz durch eine potentielle Eigenleistungsprüfung abzuleiten, wenn diese Ergebnisse wiederholt bestätigt werden können.

Diskussion

Die Züchter sind an frühen Informationen zur Bewertung von Jungbullen interessiert. Bei der Wertung von Literaturergebnissen (Tab. 1) sind dafür die Glukosekonzentration im Blut sowie der Wachstumshormonspiegel potentielle Indikatoren. Sie sind anderen physiologischen Merkmalen wie Freie Fettsäuren, Harnstoff, Thyroxin oder Somatotropin überlegen. Die Glukose wird durch das Insulin gesteuert. Das Insulin nimmt eine zentrale Stellung im Energiestoffwechsel und im Stoffwechselreaktionsvermögen ein. Die Insulinfunktion kann mit Hilfe des Glukosetoleranztestes erfasst werden. An 329 Schwarzbunten Bullen im Alter von 6 Monaten bis zu über 5 Jahren wurde von BURKERT (1998) der Glukosetoleranztest im Laufe eines Jahres gleichzeitig für alle Altersgruppen durchgeführt. Inzwischen liegen von 292 Bullen die Nachkommenzuchtwerte vor. Die Variation liegt für die Glukoseparameter Glukoseausgangskonzentration (G_0), die Glukosefläche (G_A) und die Glukosehalbwertszeit (G_{HWZ}) um einen Variationskoeffizienten von 7 – 9 % in der Größenordnung wie die Gewichte. Die Insulinparameter liegen mit Variationskoeffizienten um 10 – 20 % etwa doppelt so hoch (Tab. 4). In Verbindung mit ihrem geringen Heritabilitätskoeffizienten um $h^2=0,10$ könnte die Ursache in der multiplen Funktionalität des Insulins zu suchen sein. Die Glukoseparameter weisen höhere Heritabilitätskoeffizienten um $h^2=0,20$ aus (Tab. 5). Vergleichbare Ergebnisse liegen aus Holland von VAN DER WERF (1995) und Dänemark LØVENDAHL und NIELSEN (1995) von weiblichen und männlichen Rindern vor. Es kann erwartet werden, dass sich die Ergebnisse der Heritabilitätschätzung bei einer größeren Anzahl gleichaltriger junger Bullen bei reduziertem Fehler stabilisieren. Die Heritabilitätsschätzung physiologischer Merkmale bedarf gesonderter Untersuchungen. Der Zusammenhang zwischen dem physiologischen Indikator oder „early predictor“ und dem Nachkommenzuchtwert des Bullen entscheidet wesentlich über seine Eignung als Parameter einer potentiellen indirekten Eigenleistungsprüfung. Dieser Zusammenhang ist nach den vorliegenden Ergebnissen altersabhängig (Tab. 6). Über alle 292 Bullen aller Altersklassen liegen die Korrelationskoeffizienten für alle Merkmale um $r=0$. Im dritten Lebenshalbjahr werden für die Glukosehalbwertszeit (G_{HWZ}) mittlere Korrelationskoeffizienten um $r=0,4 - 0,5$ erreicht. Damit erscheint sie für eine zusätzliche Bewertung der Jungbullen in einer indirekten Eigenleistungsprüfung geeignet, wenn diese Ergebnisse wiederholt bestätigt werden können. Auch wenn die Glukosefläche (G_A) einen geringeren zusätzlichen Informationsgewinn leistet (Tab. 8, 9, 10, 11) als die Glukosehalbwertszeit (G_{HWZ}), sollte ihr Beitrag aus differenzierten Stoffwechselreaktionsverläufen genutzt werden. Die Altersabhängigkeit der GTT-Parameter ist in Kenntnis der genetisch determinierten Zell- und Organdifferenzierung, insbesondere in den kritischen Entwicklungsphasen wie dem postnatalen und dem präpubertalen Zeitraum der Rinder, nachzuvollziehen. Eine weitere mögliche Ursache ist in nichtidentifizierten mDNAs zu sehen, die in gleichen Geweben bei verschiedenen Tieren unterschiedlichen Alters und damit unterschiedlicher Entwicklung oder in gleichen Geweben von Tieren aus verschiedenen Umwelten differenziert exprimiert werden. Damit wird bei Rindern für quantitative Merkmale eine mögliche umweltabhängige Genexpression einbezogen. Bei den untersuchten Tierzahlen sind die Korrelationen im dritten Lebenshalbjahr statistisch gesichert. Der mögliche Prüfzeitraum für eine indirekte Eigenleistungsprüfung von Jungbullen bedarf

gesonderter Untersuchungen.

Ein zusätzlicher Informationsgewinn als Empfehlung zur Bewertung von Jungbull vor dem Testeinsatz ist zu erwarten, da die vorgeschlagenen GTT-Parameter weitgehend unabhängig von den Pedigreeinformationen variieren (Tab. 9). Bei der verwendeten Bewertung auf der Grundlage der Regressionsrechnung (Tab. 10+12) im dritten Lebenshalbjahr als Prüfzeitraum steigen die Korrelationen zwischen dem kalkulierten Erwartungswert (CBV) und dem Nachkommenzuchtwert (EBV) bei sinkenden Fehlern etwa von $r=0,30$ für den Pedigreezuchtwert (PBV) auf etwa $r=0,50$ bei den GTT-Parametern und auf etwa $r=0,64$ bei beiden zusammen. Der geringe Fehler bei $r=0,64$ von $\pm 0,11$ lässt konsistente Ergebnisse erwarten. Die Ergebnisse werden durch die nichtlineare Bewertung der GTT-Parameter weiter stabilisiert. Physiologische Kennwerte wie die GTT-Parameter sind nicht zu maximieren oder minimieren, sondern zu optimieren. Die Bewertung bedarf gesonderter Untersuchungen.

Mit den Ergebnissen und der Modellkalkulation wird durch den zusätzlichen Informationsgewinn aus dem Stoffwechselreaktionsvermögen mit dem Glukosetoleranztest der Jungbull eine straffere Beziehung zwischen seiner vorhandenen Leistungsinformation mit einem Jahr zum Nachkommenzuchtwert ausgewiesen (Tab. 10). Aus der vorhandenen Variation und der genetischen Determiniertheit der physiologischen Merkmale im Glukosetoleranztest sowie ihrer mittleren Beziehungen von $r = 0,40-0,50$ zum Nachkommenzuchtwert kann eine zusätzliche Empfehlung für die Bewertung der Jungbull vor dem Testeinsatz durch eine potentielle indirekte Eigenleistungsprüfung abgeleitet werden. Dabei sind in Übereinstimmung mit anderen Autoren wie REINICKE (1993), ROBINSON et al. (1994), BURKERT (1998), STAUFENBIEL et al. (1999), PANICKE et al. (2000) standardisierte und kontrollierte experimentelle Prüfbedingungen als Voraussetzung einzuhalten. Die Prüfkapazität könnte erweitert oder es können die Prüfkosten gesenkt werden. Wenn sich die erfolgversprechenden Ergebnisse der indirekten Eigenleistungsprüfung mit physiologischen Parametern bestätigen, kann eine zusätzliche Empfehlung für die Bewertung der Jungbull vor dem Testeinsatz gegeben werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich beim Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur in Schwerin für die finanzielle Unterstützung, bei den beteiligten Züchtern für die Tierbereitstellung zur Versuchsdurchführung und beim VIT für die Bereitstellung der Zuchtwerte.

Literatur

- BURKERT, O.:
Untersuchungen zum intravenösen und modifizierten Glukosetoleranztest bei Zuchtbullen. Freie Universität Berlin, Diss., 1998
- GROENEVELD, E.; KOVAC, M.; WANG, T.:
PEST - Multivariate Prediction and Estimation. Dep. Anim.Sci. Univ. of Illinois, 1993
- GROENEVELD, E.:
VCE 4 - Version 4.2 Federal Research Center of Agriculture, Mariensee, 1998, Germ.

- KAZMER, G.W.; CANFIELD, R.W.; BEAN, B.:
Characteristics of Somatotropin and Prolactin Profiles in Young Dairy sires Before and After a 72-Hour Fast During Different Seasons. *J. Anim. Sci.* 70 (1992), 503-507
- KLINDT, J.:
Relationships among growth hormone and prolactin secretory parameter estimates in Holstein bulls and their predicted differences for lactational traits. *J. Anim. Sci.* 66 (1988), 2784-2790
- LØVENDAL, P.:
Effect of selection for milk fat yield on insulin response to glucose tolerance test in prepubertal and pubertal RED dane calves. 48th EAAP; GP 4.4, p. 41, Wien, 1997
- LØVENDAL, P.; NIELSEN, M.; VAN DER WERF, J.H.J.:
Genetic parameters for glucose induced insulin release in juvenile dairy cattle. 46th Annual Meeting of the EAAP, G 2.10, p. 19, Prag, 1995
- PANICKE, L.; STAUFENBIEL, R.; BURKERT, O.; FISCHER, B.; REINHARDT, F.:
Relations between parameters of the intravenous glucose tolerance test and the breeding values of dairy bulls. Proc. 49th Annual Meeting of the EAAP, Warszawa, Poland 1998: C 5.5
- PANICKE, L.; STAUFENBIEL, R.; BURKERT, O.; FISCHER, E.; REINHARDT, F.:
Relationships between parameters of the glucose tolerance test (GTT) in young sires and their estimated breeding values (EBV) *J. Dairy Sci.* 83 (2000) 1, 49 (Abstract 202), Baltimore 2000
- PANICKE, L.; STAUFENBIEL, R.; BURKERT, O.; FISCHER, E.; REINHARDT, F.:
Testing stability of performance in young sires? Proc. 50th Annual Meeting of EAAP, Zürich, Switzerland, 22.08.-26.08.99, 84
- PANICKE, L.; STAUFENBIEL, R.; BURKERT, O.; FISCHER, E.; REINHARDT, F.:
Zusammenhang zwischen Parametern des Glukosetoleranztestes bei Jungbullen und deren Nachkommenzuchtwert. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 43 (2000) 3, 231-239
- PANICKE, W.; STAUFENBIEL, R.; BURKERT, O.; FISCHER, E.; REINHARDT, F.:
Relationship between parameters of the glucose tolerance test (GTT) in young sires and their estimated breeding value (EBV). 51st EAAP Meeting 21-24 August 2000, The Hague, The Netherlands, G5.5, S85
- REINECKE, P.; SEELAND, G.:
Untersuchungen zur Eignung der Schilddrüsenaktivität als Frühselektionskriterium für Merkmale des Wachstums und der Milchleistung beim Rind. Humboldt-Universität Berlin, Diss., 1985
- REINECKE, U.; STAUFENBIEL, R.; PANICKE, L.:
Studies into Suitability of the Intravenous Glucose Tolerance Test for Metabolic Typing of dairy Cattle- Relevant Factors and Relationship to milk yield. Abstr. 44th Annual Meeting of EAAP, G 3.4, p. 192, Aarhus, 16.-19.1993
- REINICKE, U.:
Der intravenöse und modifizierte Glukosetoleranztest beim Milchrind - Einflußfaktoren und Beziehungen zur Milchleistung. FU Berlin, Diss., 1993
- ROBINSON, D.L.; HAMMOND, K.; MCDOWELL, G.H.:
Relationships between breeding values and physiological responses to fasting and refeeding in dairy bulls: update for young animals. *J. Anim. Breed. Genet.* 111 (1994), 257-264
- SAUERWEIN, H.:
Die Bedeutung der somatotropen Achse für Muskelwachstum und Reproduktion bei landwirtschaftlichen Nutztieren. Habilitationsschrift TU München Freising-Weihenstephan, Verlag Markus Hänsel Hohenhausen, 1994
- SEELAND, G.; REINECKE, P.; SCHÖNMUTH, G.; SEGAL, L.; LEUTHOLD, G.:
Beziehungen zwischen der Schilddrüsenaktivität weiblicher Jungrinder und ihrer späteren Milchleistung: 2. Mitt.: Schätzung genetischer und phänotypischer Parameter der Untersuchungsmerkmale. *Arch. Tierz., Berlin* 27 (1984), 235-245
- SEELAND, G.; REINECKE, P.; LEUCHT, W.; LEUTHOLD, G.:
Untersuchungen zur Schilddrüsenaktivität von Jungbullen und der Milchleistung ihrer Töchter. *Arch. Tierz., Berlin* 31 (1988), 241-249
- SEJRSEN, K.; LARSEN, F.; ANDERSEN, B.B.:
Use of plasma hormone and metabolite levels to predict breeding value of young bulls for butterfat production. *Anim. Prod.* 39 (1983), 335-344
- SOERENSEN, M.K.; MADSEN, P.; SEJRSEN, K.; VESTERGAARD, M.; LOVENDAL, P.:
Prediction of breeding value for milk, fat and protein yield based on endocrine response profiles. *J. Dairy Sci.* 83 (2000) 1, 201

STAUFENBIEL, R.; REINICKE, U.; PANICKE, L.:

Zum Glukosetoleranztest beim Rind. I.Mitt.: Beziehungen zum Laktationsabschnitt und zur Milchleistung. Arch. Tierz., Dummerstorf 42 (1999) 1, 45-56

Eingegangen: 30.03.2001

Akzeptiert: 08.05.2001

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. LOTHAR PANICKE
Forschungsinstitut für die Biologie
landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN)
Wilhelm-Stahl-Allee 2
D-18196 Dummerstorf

Dr. ECKHARD FISCHER
Universität Rostock
Fachbereich Agrarökologie
Justus-von-Liebig-Weg
D-18059 Rostock

Prof. Dr. RUDOLF STAUFENBIEL
Freie Universität Berlin
Klinik für Klauentiere
Königsweg 65
D-14163 Berlin