

Aus der Landwirtschaftlichen Universität Wrocław<sup>1</sup>, der Justus-Liebig-Universität Giessen<sup>2</sup> und dem Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), Dummerstorf<sup>3</sup>

JERZY JUSZCZAK<sup>1</sup>, GEORG ERHARDT<sup>2</sup>, MARIAN KUCZAJ<sup>1</sup>, RYSZARD ZIEMIŃSKI<sup>1</sup> und LOTHAR PANICKE<sup>3</sup>

## Zusammenhang zwischen $\kappa$ -Casein und $\beta$ -Lactoglobulin-Varianten mit der Milchleistung und der Nutzungsdauer von Rindern der Rassen Schwarzbuntes Rind und Polnisches Rotvieh

### Summary

Title of the paper: Relations between genetic variants of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin and performance of Black and White and Polish Red cattle

Performance of 184 cows from 4 herds of Black and White (SR) and 178 cows from 4 herds of Polish Red breed (RP) was compared due to genotype encoding milk proteins:  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin. Frequency of individual genotypes differed significantly both between herds within the breed. Statistically significant influence of genotype was found in relation to milk fat content in SR cattle ( $\kappa$ -CN<sup>AA</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> and  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AA</sup>) and in RP cattle milk protein yield ( $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup>) and fat content ( $\beta$ -LG<sup>AA</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AB</sup> and  $\beta$ -LG<sup>BB</sup>). The highest protein content and protein yield in milk was found in cows of both breeds carrying  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> genotype ( $P > 0.05$ ). Significant relation with the age of first calving was stated in SR cows:  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup>, in RP cows  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> and in SR cows  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AB</sup>. Other traits such as longevity, life-time number of calvings and lactations, life-time yield were not found significantly related to searched genotypes although some trends were observed.

**Key Words:** cattle, Black and White, Polish Red Breed,  $\kappa$ -casein,  $\beta$ -lactoglobulin, performance traits, longevity

### Zusammenfassung

Die Milchleistung und die Nutzungsdauer wurden von 184 und 178 Kühen in je 4 Schwarzbunt- (SR) und Polnischen Rotviehherden (RP) verglichen zwischen repräsentativen Genotypgruppen der Milchproteinfraktionen des  $\kappa$ -Casein ( $\kappa$ -CN) und des  $\beta$ -Lactoglobulin ( $\beta$ -LG). Sowohl zwischen den Rassen als auch zwischen den Herden wurden wesentliche Differenzen der Frequenz von einzelnen Genotypgruppen festgestellt. Ein Zusammenhang zwischen dem Genotyp und der Milchleistung konnte nur bei SR für den prozentualen Fettgehalt in der Milch ( $\kappa$ -CN<sup>AA</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> und  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AA</sup>) sowie bei RP für die Proteinleistung ( $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup>) und den Fettgehalt ( $\beta$ -LG<sup>AA</sup> >  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AB</sup>) ermittelt werden. Weiterhin wurden signifikante Relationen zum Erstkalbealter bei SR für  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> und für  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AB</sup> sowie bei RP für  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> festgestellt.

**Schlüsselwörter:** Milchrind, Schwarzbuntes Rind, Polnisches Rotvieh,  $\kappa$ -Caseins,  $\beta$ -Lactoglobulin, Nutzungsdauer

### 1. Einleitung

Das Interesse für Milchprotein und seine polymorphen Varianten ist im Zusammenhang mit Verarbeitungseigenschaften der Milch begründet. Eine wichtige Rolle wird dabei dem  $\kappa$ -Casein zugesprochen. Obwohl es nur 7 - 8% des Gesamtcaseins in der Milch ausmacht, soll seine genetische Variante BB eine verbesserte Käseereitauglichkeit verursachen. Diese Milch charakterisiert sich mit einer verkürzten Gerinnungszeit

und einer besseren Gallertfestigkeit (AALLTONEN und ANTILA, 1987; SCHULTE-COERNE und PABST, 1991). Als Ursache dafür werden der höhere  $\kappa$ -Casein- und der höhere Caseingehalt in  $\kappa$ -Casein BB-Milchen sowie kleinere Micellengrösse angenommen. Ausserdem erhöht sich die Käseertragsbeute (MARZIALI und NG-KWAI-HANG, 1986). Das zweite untersuchte Milchprotein ist  $\beta$ -Lactoglobulin. Es spielt eine andere Rolle als Enzym bei metabolischen Prozessen in den milcherzeugenden Alveolen. Es tritt in genetisch bedingten polymorphen Formen auf. Während AALLTONEN und ANTILA (1987), FELENCZAK et al. (1983), MARIANI und LEONI (1985), NG-KWAI-HANG et al. (1986) eine Überlegenheit bei Kühen mit einem  $\beta$ -Lactoglobulin AA Genotyp gegenüber BB Genotyp ausweisen, beobachten ALEANDRI et al. (1997) in Abhängigkeit von der zu produzierenden Käsesorte unterschiedliche Einflüsse der beiden Genorte  $\kappa$ -Casein und  $\beta$ -Lactoglobulin.

Zusammenhänge zwischen Milchproteingenotypen und quantitativen Eigenschaften waren Gegenstand zahlreicher Untersuchungen in der Vergangenheit. Dabei zeigt sich, dass Kühe mit einem hohen Proteingehalt entweder die  $\kappa$ -Casein-Variante B, die  $\beta$ -Lactoglobulin-Variante A oder  $\alpha_{S1}$ -Casein C tragen (ERHARDT, 2000). Die Ergebnisse sind nicht immer gleich, was mit dem Einfluss der Genotyp-Umwelt-Interaktionen sowie der Genexpression erklärt werden könnte. Überwiegend findet man die Ansicht, dass die für technologische Milcheigenschaften positiven Genotypen  $\kappa$ -Casein BB und  $\beta$ -Lactoglobulin AA über eine Überlegenheit nur bei den Milchhaltsstoffen verfügen, während sie in Milchleistung, Fett- und Proteinertrag unterlegen sind (SOWINSKI, 1993; PANICKE et al., 1996, 1997; TRAKOVICKA et al., 1997). Genetische Studien zeigen, dass die Caseine als Cluster organisiert sind (FERRETTI et al., 1990).

Es wird in Regionen mit entwickelter Käseproduktion darüber nachgedacht, bei der Selektion der Milchrinder den  $\kappa$ -Casein Genotyp zu berücksichtigen (MARIANI und PECORARI, 1987; SCHAAR, 1986; SOWINSKI, 1993). In Bullenkatalogen u.a. in USA, Holland und in der Schweiz, befinden sich aus diesem Grund neben den Informationen über die Zuchtwerte zusätzlich Informationen über den Genotyp. Dieses Problem muss jedoch auch weiterhin sowohl im Zusammenhang mit Parametern der Nutzungsdauer als auch der Fruchtbarkeit (PANICKE et al., 1998) und Vitalität von Kälbern (GRAML et al., 1988; WALAWSKI et al., 1997) geprüft werden.

Mit diesen Untersuchungen soll ein Beitrag zur Milchleistung und Nutzungsdauer in den Genotypvarianten des  $\kappa$ -Caseins ( $\kappa$ -CN) und des  $\beta$ -Lactoglobulins ( $\beta$ -LG) von Polnischem Schwarzbuntem (SR) und Polnischem Rotvieh (RP) bei unterschiedlichem Leistungsniveau erbracht werden.

## 2. Material und Methoden

Die Untersuchungen der Milchproteinpolymorphismen wurden an 362 Jungkühen in der ersten Laktation in vier Schwarzbunt-Herden (SR) ohne oder mit geringem Holstein-Friesian Anteil (bis zu 12,5%) und in vier Herden mit Polnischem Rotvieh (RP) in Polen durchgeführt (Tab. 1).

Die weitere Prüfung erstreckt sich über die gesamte Nutzungsdauer bis zum Abgang der Kühe. Von allen 184 SR Kühen und 178 RP Kühen wurden Milchproben mit

Tabelle 1

Versuchsumfang in den Schwarzbunt und Rotvieh-Herden (Structure of the analysed material)

Rasse	Herde				Gesamt
	1	2	3	4	
Schwarzbunte (SR)	62	64	14	44	184
Poln. Rotvieh (PR)	41	72	29	36	178

Natriumazid konserviert. Die Milchproben wurden im Labor des Institutes für Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität Giessen hinsichtlich der genetischen Varianten im  $\alpha_{S1}$ -Casein,  $\alpha_{S2}$ -Casein,  $\beta$ -Casein,  $\kappa$ -Casein,  $\alpha$ -Lactalbumin sowie  $\beta$ -Lactoglobulin durch isoelektrische Fokussierung unter Verwendung freier Trägerampholyte in ultradünnen Polyacrylamidgelen (SEIBERT et al., 1985; ERHARDT, 1989, 1993) typisiert. Die Milchleistung der Kühe wurde aus den Ergebnissen der amtlichen Milchleistungskontrolle bereitgestellt. Die weiteren erforderlichen Informationen zur Nutzungsdauer wurden aus der zootechnischen Dokumentation übernommen. In diese Auswertung wurden die Kühe der repräsentativen Genotypen der  $\kappa$ -Casein- und  $\beta$ -Lactoglobulinfraktionen mit folgenden Merkmalen einbezogen: Milchmenge (kg), Fettmenge (kg) und Eiweissmenge (kg) sowie der prozentuale Fett- und Eiweissgehalt der Erstlaktationsperiode von 305 Tagen, Alter der ersten Kalbung, Lebensdauer, Anzahl der Laktationen im Leben und die Lebensleistung. Die Jungkuhleistungen in der ersten Laktation wurden korrigiert auf die systematischen Einflussfaktoren Kalbezeitpunkt (HYS) und Kalbealter (EKA) innerhalb jeder Rasse nach ZUK et al. (1980). Der Effektschätzung dafür liegt das allgemeine Modell:

$$y_{ijk} = \mu + \text{HYS}_j + \text{EKA}_k + \varepsilon_{ijk}$$

zugrunde. Darin bedeuten:

- $y_{ijk}$  = Beobachtungswert der 305-Tageleistung der  $i$ -ten Kuh
- $\mu$  = allgemeines Mittel
- HYS = fixer Einfluss von Herde, Jahr und Saison im  $j$ -ten Abkalbezeitpunkt
- EKA = fixer Einfluss des  $k$ -ten Erstkalbealters
- $\varepsilon_{ijk}$  = Resteffekt

Im Rechenzentrum des Lehrstuhls für Rinderzucht und Milchproduktion der Landwirtschaftlichen Universität Wrocław wurde das Material statistisch bearbeitet. Für jedes Merkmal wurden innerhalb genetischer Gruppen der Kühe die Mittelwerte und die Standardabweichungen ermittelt und mit dem Duncan-Test verglichen.

### 3. Ergebnisse

Aufgrund der durchgeführten Typisierung der polymorphen Genotypen von  $\kappa$ -Casein und  $\beta$ -Lactoglobulin, wurde eine Analyse der genetischen Struktur in den Herden erstellt (Tab. 2 und 3). Daraus geht hervor, dass sich die beiden untersuchten Rassen in der Genotypen- und Allelfrequenz beider Proteinfractionen unterscheiden. Beim SR (Tab. 2) tritt die  $\kappa$ -Casein-Fraktion ( $\kappa$ -CN) mit den Allelen A, B und E in fünf Genotypenvarianten AA, AB, BB, AE und BE auf. Die Relation zwischen dem A- und B-Allel liegt mit 78 zu 21 % etwa bei 4 : 1. Die  $\kappa$ -CN Genotypvarianten AE und BE wurden nur in einzelnen Fällen nachgewiesen. Die Frequenz des E-Allels in der Po-

pulation betrug im Mittel unter 1 % und erreichte in keiner Herde 2%. Es wurde eine Differenzierung der Allelfrequenz zwischen den Herden beobachtet. Sie variiert im Mittel der Herden für das  $\kappa$ -Caseinallel A zwischen 83% in Herde 1 und 71% in Herde 3. Dies ist für den heterozygoten  $\kappa$ -Caseingenotyp AB mit einem differenzierten Anteil von 26% in Herde 1 und 43% in Herde 3 verbunden.

Die  $\beta$ -Lactoglobulin-Fraktion ( $\beta$ -LG) bei den SR-Kühen weist für beide Allele A und B etwa gleiche Anteile um 50% aus. Daraus folgt die zu erwartende Normalverteilung der  $\beta$ -LG-Genotypen AA mit 27%, AB mit 46 % und BB mit 27 %. Ähnlich wie beim  $\kappa$ -CN treten wesentliche Differenzierungen in der Allelfrequenz mit etwa 60 % und 40 % zwischen den Herden 3 und 4 auf. Der höchste Anteil des heterozygoten  $\beta$ -LG-Genotyps AB ist bei Gleichverteilung der beiden Allele in Herde 1 zu erwarten.

Tabelle 2

Milchproteingenotypen und Allelfrequenz von  $\kappa$ -Casein und  $\beta$ -Lactoglobulin bei Schwarzbunten (SR) (Frequencies of genotypes and polymorphic genes of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin fractions in cows of Black-and-White breed)

Herde	Anzahl Kühe	Genotypvarianten					Allelfrequenz		
		AA	AB	BB	AE	BE	A	B	E
$\kappa$ -Casein									
1	62	0,678	0,258	0,032	0,032		0,832	0,161	0,016
2	64	0,609	0,344	0,047			0,781	0,219	
3	14	0,500	0,429	0,071			0,714	0,286	
4	44	0,568	0,341	0,068		0,023	0,739	0,250	0,011
Gesamt	184	0,614	0,321	0,049	0,011	0,005	0,778	0,213	0,008
$\beta$ -Lactoglobulin									
1	62	0,242	0,532	0,226			0,508	0,492	
2	64	0,344	0,422	0,234			0,555	0,445	
3	14	0,429	0,357	0,214			0,607	0,393	
4	44	0,159	0,455	0,386			0,386	0,614	
Gesamt	184	0,272	0,462	0,266			0,503	0,497	

Beim Polnischen Rotvieh (RP) (Tab. 3) treten im untersuchten Bestand in der Proteinfraction des  $\kappa$ -CN nur die zwei Allele A und B mit den drei Genotypen: AA, AB und BB auf. Das Allel E ist in keiner der untersuchten Herden zu finden. Dafür kommt das C-Allel beim  $\beta$ -LG im Anteil von 1-2 % hinzu.

Im Vergleich zum SR- wird in der geprüften Kühepopulation des RP eine geringere  $\kappa$ -Caseinallelfrequenz für A im Mittel mit 68 % bei einer Variation von 60 % in Herde 4 bis 74 % in Herde 2 beobachtet. Die Relation zwischen dem  $\kappa$ -Caseinallel A und B verändert sich von etwa 80 : 20 bei SR auf 70 : 30 bei RP respektive. Beim  $\beta$ -LG verändert sich diese Relation zwischen den Allelen A und B von 50 : 50 beim SR auf 22 : 74 beim RP mit einer Variationsbreite für das  $\beta$ -LG-Allel A im Mittel der Herden von 7 % in Herde 1 bis 43 % in Herde 4 entsprechend für das  $\beta$ -LG -Allel B von 57 % in Herde 4 bis 92 % in Herde 1.

Die Diagramme in den Abbildungen 1 und 2 illustrieren am besten die grosse Differenzierung der genetischen Struktur der geprüften Herden. Dabei muss man betonen, dass die dargestellte genetische Struktur der geprüften Herden an völlig zufallsmässig ausgewählten Tieren untersucht wurde.

Tabelle 3

Milchproteingentypen und Allelfrequenz von  $\kappa$ -Casein und  $\beta$ -Lactoglobulin bei Polnischem Rotvieh (RP)  
 Frequencies of genotypes and polymorphic genes of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin fractions in cows of Polish Red breed)

Herde	Anzahl Kühe	Genotypvarianten					Allelfrequenz		
		AA	AB	BB	AC	BC	A	B	C
$\kappa$ -Casein									
1	41	0,366	0,512	0,122			0,622	0,378	
2	72	0,514	0,458	0,028			0,743	0,257	
3	29	0,483	0,448	0,069			0,707	0,293	
4	36	0,306	0,583	0,111			0,597	0,403	
Gesamt	178	0,433	0,494	0,073			0,680	0,320	
$\beta$ -Lactoglobulin									
1	41		0,146	0,829		0,025	0,073	0,915	0,012
2	72	0,041	0,278	0,528	0,028	0,125	0,194	0,729	0,077
3	29	0,069	0,241	0,586	0,035	0,069	0,207	0,741	0,052
4	36	0,166	0,528	0,306			0,431	0,569	
Gesamt	178	0,062	0,292	0,562	0,017	0,067	0,216	0,742	0,042

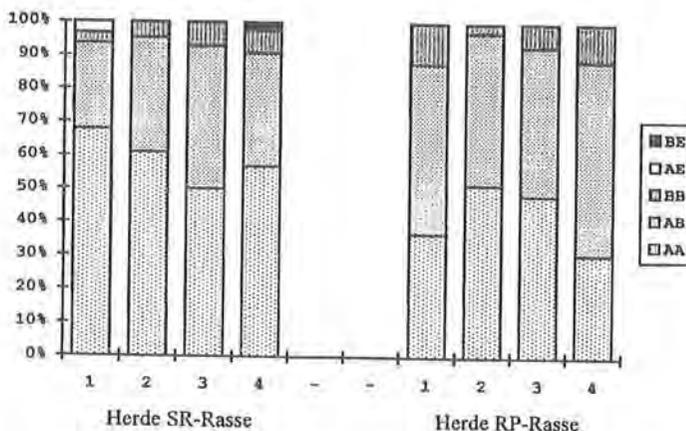


Abb. 1: Frequenz der  $\kappa$ -Caseingentypen in einzelnen Herden (Frequencies of  $\kappa$ -casein genotypes in cattle herds)

Die Milchleistungen von Kühen beider Rassen SR (Tab. 4) und RP (Tab. 5) in der ersten 305-Tage-Laktation sind unter Berücksichtigung des  $\kappa$ -Casein- und  $\beta$ -Lactoglobulin-Genotyps als Absolutleistung sowie korrigiert nach Kalbezeitpunkt und Erstkalbealter dargestellt. Bei dem SR treten statistisch gesicherte Differenzen zwischen den Milchproteinvarianten nur für den prozentualen Fettgehalt auf  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> sowie  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AA</sup> und  $\beta$ -LG<sup>AB</sup>. Die Unterschiede zwischen den  $\kappa$ -CN-Genotypen AA und BB um 13 kg Fett und 4 kg Protein konnten ebenso wie die Unterschiede zwischen den  $\beta$ -LG-Genotypen AA und BB um 400 kg Milch, 8 kg Fett und 10 kg Protein nicht gesichert werden. Die um 400 kg höhere Milchleistung korrespondiert mit den geringsten Milchinhaltsstoffen von 3,96 % Fett und 3,18 % Protein.

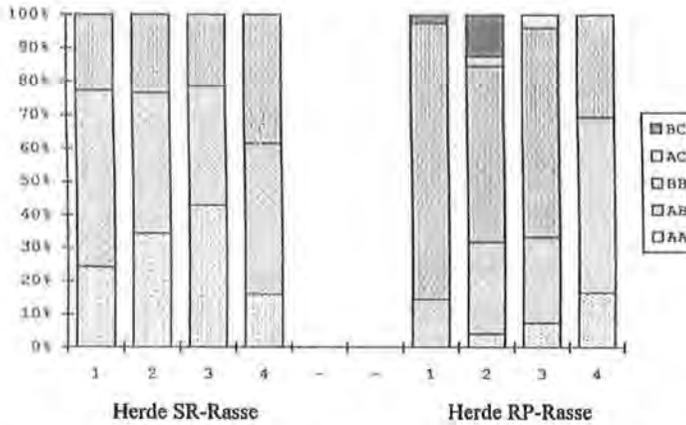


Abb. 2: Frequenz der  $\beta$ -Lactoglobulingenotypen in einzelnen Herden (Frequencies of  $\beta$ -lactoglobulin genotypes in cattle herds)

Tabelle 4

Milchleistung bei Schwarzbunten nach  $\kappa$ -Casein- und  $\beta$ -Lactoglobulin-Genotypvarianten (Milk performance in Black-and White breed due to  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin genotypes)

Genotyp	Anzahl Kühe	Symbol	Milchleistung der Jungkühe in der 1. Laktation							
			Absoluteleistung			Korrigierte Leistung				
			Milch-kg	Fett-kg	Prot.-kg	Milch-kg	Fett-kg	Prot.-kg	Fett-%	Prot.-%
$\kappa$ -Casein										
AA	91	$\bar{X}_s$	5009	203,4	160,0	5362	217,7	171,5	4,06 <sup>b</sup>	3,20
			955	41,5	30,6	1035	44,5	33,8	0,30	0,14
AB	47	$\bar{X}_s$	4796	190,0	154,2	5187	205,4	166,7	3,96	3,21
			788	33,1	26,8	830	34,7	28,4	0,24	0,16
BB	8	$\bar{X}_s$	4850	184,0	158,1	5391	204,7	175,6	3,82 <sup>a</sup>	3,26
			774	23,2	24,9	845	26,8	26,2	0,26	0,19
$\beta$ -Lactoglobulin										
AA	37	$\bar{X}_s$	5196	205,5	165,1	5547	219,2	176,3	3,96 <sup>b</sup>	3,18
			893	37,1	29,3	957	39,1	31,7	0,27	0,16
AB	68	$\bar{X}_s$	4891	195,2	157,1	5294	211,2	170,2	3,99 <sup>c</sup>	3,21
			910	39,8	30,6	935	40,9	31,8	0,28	0,14
BB	41	$\bar{X}_s$	4795	196,6	154,3	5150	211,2	166,0	4,11 <sup>bc</sup>	3,23
			860	37,7	26,3	1011	43,3	32,2	0,32	0,14

\* - Korrektur auf Kalbealter und Kalbezeitpunkt Es bedeuten :<sup>a,b,c</sup> - Signifikanz (P = 5%)

In der Stichprobe der Population des RP (Tab. 5) konnten Differenzen von 14 kg in der Proteinleistung aufgezeigt werden  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup>, während Unterschiede um 400 kg Milch und 18 kg Fett zwischen den gleichen Genotypen ungesichert blieben. Zwischen den  $\beta$ -LG-Genotypen treten gesicherte Differenzen im prozentualen Fettgehalt auf  $\beta$ -LG<sup>AA</sup> >  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> und  $\beta$ -LG<sup>AB</sup>.

Für die Analyse der Nutzungsdauer nach dem  $\kappa$ -CN- und dem  $\beta$ -LG-Genotyp von Kühen beider Stichproben im ganzen Leben fanden die Parameter Erstkalbealter, Zwischenkalbezeit, Lebensdauer und Anzahl der Laktationen im Leben für SR (Tab.

Tabelle 5

Milchleistung beim Polnischen Rotvieh nach  $\kappa$ -Casein und  $\beta$ -Lactoglobulin-Genotypvarianten (Milk performance in Polish Red breed due to  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin genotypes)

Genotyp	Anzahl Kühe	Symbol	Milchleistung der Jungkühe in der 1. Laktation			Korrigierte Leistung*				
			Milch-kg	Fett-kg	Prot-kg	Milch-kg	Fett-kg	Prot.-kg	Fett-%	Prot.-%
$\kappa$ -Casein										
AA	60	— x s	2578	109,9	80,9 <sup>a</sup>	2733	116,4	85,8 <sup>a</sup>	4,28	3,15
			598	24,8	17,6	607	25,3	17,9	0,33	0,17
AB	54	— x s	2587	110,8	82,7	2848	121,9	91,0	4,28	3,20
			555	25,0	17,2	619	27,6	19,5	0,35	0,18
BB	10	— x s	2927	126,9	94,1 <sup>b</sup>	3103	134,8	99,7 <sup>b</sup>	4,36	3,21
			534	24,0	18,9	465	21,9	16,9	0,35	0,19
$\beta$ -Lactoglobulin										
AA	7	— x s	2387	112,1	78,7	2566	120,7	84,5	4,67 <sup>ab</sup>	3,27
			355	23,3	17,7	402	25,8	19,0	0,29	0,25
AB	27	— x s	2649	112,1	84,8	2863	121,0	91,8	4,22 <sup>a</sup>	3,22
			565	26,5	16,5	563	26,1	16,9	0,27	0,14
BB	91	— x s	2614	111,3	82,4	2814	119,8	88,6	4,27 <sup>b</sup>	3,16
			593	25,0	18,1	629	26,7	19,4	0,34	0,18

\* - Korrektur auf Kalbealter und Kalbezeitpunkt.

Es bedeuten: <sup>a,b</sup> Signifikanz P = 5%

6) und RP (Tab. 7) Verwendung. Es gibt nur einen gesicherten Zusammenhang zum Erstkalbealter für den Genotyp  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> und für den Genotyp  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AB</sup> bei SR und für den Genotyp  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> beim RP entsprechend mit 22, 27 und 50 Tagen. In der weiteren Nutzung nehmen zootechnische und Umwelteinflüsse zu, so dass keine gesicherten genetischen Unterschiede nachgewiesen werden können. Obwohl nicht gesichert, wird das Phänomen deutlich, dass die heterozygoten Genotypvarianten  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> und  $\beta$ -LG<sup>AB</sup> in beiden Stichproben SR und RP bei allen untersuchten Nutzungsmerkmalen nahezu überlegen sind.

Tabelle 6

Nutzungsdauer bei Schwarzbunten nach  $\kappa$ -Casein und  $\beta$ -Lactoglobulin-Genotypvarianten (Production performance in Black-and White breed due to milk  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin genotypes)

Genotyp	Symbol	Erstkalbealter in Tagen	Zwischenkalbezeit in Tagen	Lebensdauer in Monaten	Laktationen im Leben
$\kappa$ -Casein					
AA	— x s	829 <sup>b</sup>	429	83,0	4,54
		59	86	22,2	1,90
AB	— x s	807 <sup>a</sup>	384	86,6	4,85
		66	67	22,5	1,88
BB	— x s	831	414	95,6	5,50
		68	60	21,6	1,85
$\beta$ -Lactoglobulin					
AA	— x s	821	419	80,9	4,41
		58	54	16,4	1,69
AB	— x s	812 <sup>a</sup>	409	88,7	5,07
		68	88	25,4	2,10
BB	— x s	839 <sup>b</sup>	418	82,5	4,36
		50	79	21,0	1,71

<sup>a,b</sup> - Signifikanz P = 5%

Tabelle 7

Nutzungsdauer beim Polnischen Rotvieh nach  $\kappa$ -Casein und  $\beta$ -Lactoglobulin-Genotypvarianten (Production performance in Polish Red breed due to milk  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin genotypes)

Genotyp	Symbol	Erstkalbealter in Tagen	Zwischenkalbezeit in Tagen	Lebensdauer in Monaten	Laktationen im Leben
$\kappa$ -Casein					
AA	x	836	375	59,2	3,05
	s	64	28	24,6	1,99
AB	x	830 <sup>a</sup>	381	62,7	3,38
	s	65	36	20,8	1,70
BB	x	880 <sup>b</sup>	395	64,2	3,20
	s	83	35	17,2	1,62
$\beta$ -Lactoglobulin					
AA	x	823	359	47,9	2,33
	s	77	28	9,9	0,52
AB	x	854	385	59,8	2,89
	s	71	34	22,6	1,81
BB	x	833	383	63,0	3,38
	s	65	34	22,4	1,80

<sup>a,b</sup> - Signifikanz P = 5%

### Diskussion

Die Milchproteinpolymorphismen wurden nach den Genotypvarianten des  $\kappa$ -Caseins ( $\kappa$ -CN) und des  $\beta$ -Lactoglobulins ( $\beta$ -LG) an 362 Kühen mit ihren Jungkuhleistungen in der ersten Laktation, dem Erstkalbealter, der Zwischenkalbezeit, der Lebensdauer und der Anzahl Laktationen untersucht. Die beiden einbezogenen Teilpopulationen Polnische Schwarzbunte (SR) und Polnisches Rotvieh (RP) unterscheiden sich in ihrem Leistungsniveau erheblich mit etwa:

5300 kg Milch, 210 kg Fett und 170 kg Protein bei 4,0 % Fett und 3,2 % Protein für SR und 2800 kg Milch, 120 kg Fett und 90 kg Protein bei 4,3 % Fett und 3,2 % Protein für RP.

Bei dem veränderten Leistungsniveau der Rassen bzw. Teilpopulationen sind veränderte Allelfrequenzen zu beobachten. Der Anteil der Allelfrequenz des  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup> steigt von RP zu SR um 10 % von 68 auf 78 % ebenso wie der Anteil der Allelfrequenz des  $\beta$ -LG<sup>AA</sup> steigt von RP zu SR um 28 % von 22 auf 50 %. Die veränderte Relation zwischen Allel A und B beim  $\kappa$ -Casein von etwa 70:30 bei RP auf 80:20 bei SR sowie beim  $\beta$ -Lactoglobulin von 22:74 bei RP auf etwa 50:50 bei SR ist mit einem Leistungsanstieg auch in anderen Schwarzbunt-Populationen zu finden (ERHARDT, 1996).

In den Stichproben beider Rassen haben Kühe mit dem  $\kappa$ -CN-Genotyp BB ungesichert den höchsten prozentualen Proteingehalt in der Milch und diese haben die höchste Proteinleistung erreicht. Ähnliche Ergebnisse erreichten PANICKE et al. (1997) für den Proteingehalt in der Milch bei gleichzeitiger Überlegenheit des Fettgehaltes dieser  $\kappa$ -CN-Genotypvariante BB im Unterschied zu diesen vorliegenden Untersuchungen. Ebenso konnte die Überlegenheit der heterozygoten Genotypvarianten im Fettertrag bei SOWINSKI (1993) nicht wiederholt werden. Es ist zu erwarten, dass die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Merkmalen der Milchleistung bei beiden Rassen und den Milchproteinvarianten dem Einfluss der Genotyp-Umwelt Interak-

tionen unterliegen, wie sie z.B. auch schon bei JANICKI (1974) oder KRIVENCOW et al. (1977) im Zusammenhang zwischen dem  $\beta$ -Lactoglobulin und dem prozentualen Fettgehalt in Abhängigkeit vom Leistungsniveau der Herde beschrieben wurden. Aufgrund der engen Kopplung zwischen den Caseingenorten, treten einzelne Allele an zwei Caseingenorten häufiger miteinander auf, als dies unter der Annahme eines Kopplungsgleichgewichtes erwartet wird. Dies bedeutet, dass die einzelnen Genotypen nicht unabhängig von einander betrachtet werden können. Nach ERHARDT (2000) ist deshalb die Verwendung von zusammengesetzten Genotypen eine Möglichkeit, um den Effekt von Caseingenotypen auf verschiedene Merkmale zu schätzen. Dies erfordert einen höheren Versuchsumfang.

Für die Ergebnisse der Nutzungsdauer der untersuchten Stichproben aus beiden Teilpopulationen konnte kein Zusammenhang zu den  $\kappa$ -CN- und  $\beta$ -LG-Genotypen gesichert werden. Es gibt nur einen gesicherten Zusammenhang zum Erstkalbealter für die Genotypen  $\kappa$ -CN<sup>AA</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> und für den Genotyp  $\beta$ -LG<sup>BB</sup> >  $\beta$ -LG<sup>AB</sup> bei SR sowie für  $\kappa$ -CN<sup>BB</sup> >  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> beim RP entsprechend mit 22, 27 und 50 Tagen. Die Kühe aus beiden Rassen mit verschiedenen Milchproteinvarianten weisen gesicherte Unterschiede im Erstkalbealter um fast einen Monat aus:

Beim	$\kappa$ -CN <sup>AA</sup>	$\kappa$ -CN <sup>BB</sup>	$\kappa$ -CN <sup>AB</sup>	oder $\beta$ -LG <sup>AA</sup>	$\beta$ -LG <sup>BB</sup>	$\beta$ -LG <sup>AB</sup>
bei SR	27,2	(27,2)	26,4	(26,9)	27,5	26,6
bei RP	(26,9)	28,9	27,1			

Im weiteren Lebensabschnitt bis zum Ausscheiden aus der Produktion gewinnen Umwelteinflüsse zunehmend kumulativ an Einfluss auf die untersuchten Parameter Zwischenkalbezeit und Lebensdauer.

Aus den Tabellen 6 und 7 wird die Tendenz deutlich, wenn dies auch nicht gesichert werden konnte, dass die heterozygoten Genotypvarianten  $\kappa$ -CN<sup>AB</sup> und  $\beta$ -LG<sup>AB</sup> in beiden Stichproben SR und RP bei allen untersuchten Nutzungsmerkmalen nahezu überlegen sind. Diese Tendenzen sind an größeren Kuhpopulationen in Clustern mit aggregiertem Genotypen bei größerem Versuchsumfang zielgerichtet weiter zu verfolgen.

### Literatur

- AALLTONEN, M.L.; ANTILA, V.:  
Milk renneting properties and the genetic variants of proteins. *Milchwissenschaft* 42 (1987), 490-492
- ALEANDRI, R.; BUTTAZZONI, L.; PAGGI, U.; DAVOLI, R.; NANNI KOSTA, L.; RUSSO, V.:  
Effect of bovine milk protein polymorphism at two loci on cheese producing ability. *IDF Milk Protein Polymorphism II Seminar*, 24.-27.02.1997, Palmerston North, Neuseeland
- ERHARDT, G.:  
 $\kappa$ -Casein in der Rindermilch – Nachweis eines weiteren Allels ( $\kappa$ -casein<sup>E</sup>) in verschiedenen Rinderrassen. *J. Anim. Breed. Genet.* 106 (1989), 225-231
- ERHARDT, G.:  
Allele frequencies of milk proteins in German cattle breeds and demonstration of  $\alpha_{s2}$ -casein variant by isoelectric focussing. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 36 (1993) 2, 145-152
- ERHARDT, G.; KRICK-SALECK, H.; JUSZCZAK, J.; PANICKE, L.:  
Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen von genetisch bedingten Varianten in den Milchproteinen und der Verwandtschaft von Rinderrassen. *Schriftenreihe des FBN Dummerstorf, Heft 13*, 1996, 3-9

ERHARDT, G.:

Assoziation von DNA-Polymorphismen der Milchproteingene und des Wachstumshormongens mit quantitativen und qualitativen Merkmalen. Schriftenreihe des FBN Dummerstorf, Heft 13, 2000, 89-94

FELENCZAK, A.; ORMIAN, M.; SZAREK, J.:

Interrelationship between milk protein content and occurrence of genetically determine protein fractions. *Genetica Polonica*, 24 (1983), 355-362

FERRETTI, L.; LEONE, P.; SGARAMELLA, V.;

Long range restriction analysis of the bovine casein genes. *Research* 18 (1990), 6829-6833

GRAML, R.; BUCHBERGER, J.; PIRCHNER, F.:

Züchtung auf Käseeritauglichkeit der Milch? *Züchtungskunde*, Stuttgart 60 (1988), 11-23

JANICKI, C.:

Próba wykorzystania beta-laktoglobulin w selekcji krów mlecznych rasy niziny czarno-białej. *Rocz. AR, Pozn.* 2 (1974), 14-19

KRIVENCOW, J.M.; SMETANINA, G.K.; EM'LJANOW, A.S.:

Belkovomolocnost czerno-pestrogo skota i ee vzajmosvja'z s tipami  $\beta$ -laktoglobulinow. *Doklady VASCHIL*. (1977), 30-31

MARIANI, P.; LEONI, M.:

Il tempo di coagulazione del latte in rapporto alle vario genetiche delle caseine  $\beta$  e  $\kappa$ . *Ann. Fac. Med. Vet., Univ. Parma*. 5 (1985), 185-195

MARIANI, P.; PECORARI, M.P.:

Fattori genetici attitudine alla caseificazione e resollatte in formaggio. *Sci. Tecn. Latt.-cas.* 38 (1987), 286-326

MARZIALI, S.; NG-KWAI-HANG, K.F.:

Effects of milk composition and genetic polymorphisms on coagulation properties of milk. *J. Dairy Sci.* 69 (1986), 1793-1798

NG-KWAI-HANG, K.F.; HAYES, J.F.; MOXLEY, J.E.; MONARDES, H.G.:

Relationships between milk protein polymorphisms and major milk constituents in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 69 (1986), 22-26

PANICKE, L.; FREYER, G.; ERHARDT, G.; SCHLETTWEIN, K.:

Milchproteingentypen und ihr Einfluß auf die Milchleistungsmerkmale. *Arch. Tierz. Dummerstorf* 39 (1996), 3-16

PANICKE, L.; FREYER, G.; ERHARDT, G.:

Effects of milk protein genotypes on milk produktion traits. *EAAP Vienna G1.14*, (1997)

PANICKE, L.; FREYER, G.; ERHARDT, G.:

Effekte von Milchproteinvarianten auf die Fruchtbarkeitseigenschaften beim Schwarzbunten Milchrind. *Arch. Tierz. Dummerstorf* 41 (1998) 5, 447-454

SCHAAR, J.:

Variation in milk protein composition. *Swedish University of Agricultural Sciences. Rapport* 71 Uppsala (1986)

SCHULTE-COERNE, H.; PABST, K.:

Relevance of casein genotypes for the genetic variance of cheese making properties and heat stability. *EAAP Berlin C2.4*, (1991)

SEIBERT, B.; ERHARDT, G.; SENFT, B.:

Procedure for simultaneous phenotyping of genetic variants in cow's milk by isoelectric focusing. *Anim. Blood Grps. and Biochem. Genet.* 16 (1985), 183-191

SOWINSKI, G.:

Związek genetycznych wariantów  $\beta$ -laktoglobuliny,  $\alpha_{s1}$ ,  $\beta$  - oraz  $\kappa$ -kazein z wydajnością, składem chemicznym i wskaźnikami technologicznej przydatności mleka krów rasy niziny czarno-białej. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt., Zootechnika* 38 (1993), 2-38

TRAKOVICKA, A.; KUBEK, A.; GAVALIER, M.; ZITNY, J.:

Genotypes of  $\kappa$ -Cn and milk produktion of cows selected according to type and body conformation. *EAAP Viena G1.11* (1997)

WALAWSKI, K.; CZARNIK, U.; ZABOLEWICZ, T.:

Związek pomiędzy polimorfizmem betalaktoglobuliny (BLG) i zróżnicowaniem wskaźników diagnostycznych charakteryzujących podkliniczne stany mastitis u krów rasy czarno-białej. *Rocz. Nauk. Zoot.* 24 (1997), 9-22

ŻUK, B.; SZYSZKOWSKI, L.; FILISTOWICZ, A.:

Poprawki na wiek i sezon ocielenia dla korygowania cech mleczności krów rasy czerwono-białej i czarno-białej w Polsce południowo-zachodniej. Roczn. Nauk Roln. S.B. 100 (1980), 53-66

Eingegangen: 03.02.2000

Akzeptiert: 02.04.2001

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. Dr. habil. JERZY JUSZCZAK, Prof. Dr. habil. RYSZARD ZIEMIŃSKI,  
Dr. MARIAN KUCZAJ

Landwirtschaftliche Universität Wrocław,  
Lehrstuhl für Rinderzucht und Milchproduktion

Kożuchowska 5-b

51-631 Wrocław

Polen

Prof. Dr. GEORG ERHARDT

Justus-Liebig-Universität Giessen

Institut für Tierzucht und Haustiergenetik

Ludwigstr. 21B

D- 35390 Giessen

Prof. Dr. habil. LOTHAR PANICKE

Forschungsinstitut für die Biologie Landwirtschaftlicher Nutztiere

Wilhelm-Stahl-Allee 2

D- 18196 Dummerstorf

## Buchbesprechung

### Seltene Haus- und Nutztierassen

MARTIN HALLER

176 Seiten, 130 farbige Abbildungen, Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart, 2000  
ISBN 3-7020-0893-4, DM 39,90; 8S 291,00; sFr 37,00

Die sich in Jahrhunderten entwickelte Vielfalt unserer Haus- und Nutztierassen hat sich in den letzten Jahrzehnten erheblich eingeschränkt. Ökonomische Zwänge, Technisierung, Leistungsanforderungen und weitere Gründe haben zu Rassenverschmelzungen oder den Verlust von Rassen geführt. Bei anderen seltenen Rassen gefährdet der Bestandsrückgang den für die Reproduktion notwendigen Tierbestand um diese Population zu erhalten. Als Folge dieser Entwicklung droht letztlich ein unersetzlicher Verlust spezieller, genetisch fundierter Eigenschaften vor allem im allgemeinen Leistungsbereich. Für viele dieser Rassen erscheint dieses Buch gerade zur rechten Zeit um die Aufmerksamkeit auf diese Tiere zu lenken. Diese Rassen zeichnen sich durch ihre relative Anspruchslosigkeit aus und prägen besondere Landschaftsbilder. Sie stellen ein unverzichtbares Kulturgut dar, welches wie anderes, erhalten und gepflegt werden muss. Passionierte Züchter, Tierzuchtwissenschaftler und Tierfreunde haben seit Jahren nicht nur auf diesen besorgniserregenden Umstand hingewiesen, sondern die Bemühungen unterstützt noch verfügbare Tierbestände der gefährdeten Rassen zu erfassen und Möglichkeiten ihrer Bewahrung aufzuzeigen. Es ist ein bleibendes Verdienst des Autors, mit vorliegendem Buch, dieses Anliegen zu unterstützen. Das Buch wird mit dazu beitragen über solche wichtigen seltenen Rassen zu informieren, die vor allem im deutschsprachigen Raum heimisch waren und sind.

Die Biographien der 115 vorgestellten Rassen umfassen bei Pferd und Esel 20, beim Rind 24, beim Schwein 8, beim Schaf 16, bei der Ziege 12 und beim Geflügel 35 Populationen mit ihrer Vorstellung in Wort und Bild. Im ersten Kapitel werden u.a. wichtige Organisationen des Artenschutzes in Deutschland, der Schweiz und Österreich mit ihren Zielen, Organisationsformen und ihrer Arbeit vorgestellt. Das nunmehr seit 30 Jahren aktive und vielfältige Engagement der „Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde“ zur Erhaltung der genetischen Vielfalt bei Nutztierassen bleibt hier leider unerwähnt. Den Hauptinhalt des Buches bilden die sehr sorgfältig recherchierten, nach Tierarten geordneten, mit schönen Farbbildern anschaulich unterstützten, instruktiven Rassebeschreibungen. Für jede Rasse kann der Leser Informationen über ihre Herkunft, die Rassengeschichte, die Verbreitung bis in die Gegenwart, die Standorteignung und die besonderen Eigenschaften dieser Population entnehmen.

Dieses vom Verlag sehr gut ausgestattete Buch wird Landwirten, Tierzüchtern, Tierfreunden und allen an der Haus- und Nutztierhaltung interessierten Lesern ebenso nützen, wie es für Lehrer, in der Beratung Tätige, Studenten tangierender Fachdisziplinen und Biologen wichtige Informationen bereithält. Die gelungene Kombination von Bild- und Textinformation empfiehlt dieses Buch aber auch Tierfreunden, die sich anhand schöner Bilder an der Vielfalt unserer Haustiervarianten erfreuen möchten.

ERNST RITTER, Dummerstorf