

Genetische Analyse von Klauenmaßen aus der Eigenleistungsprüfung von Jungbullen

Herrn Prof. Dr. agr. habil. Dr. h. c. mult. Georg Schönmath zum 75. Geburtstag gewidmet

Summary

Title of the paper: **Genetic analysis of claw measurements from the performance test of young bulls**

The present study deals with the analysis of the claw measurements length of dorsal wall, length of heel, high of heel, diagonal, angle of dorsal wall and hardness of claw horn from the performance test of young bulls. Data collection take place at one fore leg and one hind leg from 798 young German Holstein bulls (black and white, red and white) and 89 young Angler bulls. The analysis of the systematic fixed effects was followed by the estimation of genetic parameters. A breeding value estimation was done with some of the claw traits and rank correlation for the breeding values of the claw traits and some official exterior breeding values and the length of productive life were calculated.

Heritabilities ranked from 0.00 (hardness of claw horn, upper point of measurement of hind leg) to 0.45 (diagonal of the foreleg). Genetic correlation between fore leg and hind leg vary between 0.14 and 0.99. Rank correlation of the claw trait breeding values ranked from – 0.65 to 0.64. Rank correlation between official breeding values and claw trait breeding values vary from – 0.27 to 0.37.

Key Words: claw measurements, young bulls, heritability , genetic correlation, breeding value estimation

Zusammenfassung

Es wurden die Klauenmaße Dorsalwandlänge, Trachtenwandlänge, Trachtenhöhe, Diagonale, Dorsalwandwinkel und die Klauenhärte von Jungbullen aus der Eigenleistungsprüfung analysiert. Die Datenerfassung erfolgte jeweils an einer Vorder- und einer Hintergliedmaße von 798 Jungbullen der Rasse Deutsche Holsteins (Farbrichtung Schwarz- und Rotbunt) und 89 Angler Jungbullen. Im Anschluß an die Analyse systematischer Einflußfaktoren erfolgte die Schätzung genetischer Parameter. Für ausgewählte Klauenmaße wurde eine Zuchtwertschätzung durchgeführt, um dann die Rangkorrelationen zwischen den eigenen Zuchtwerten und ausgewählten offiziell veröffentlichten Zuchtwerten des Exterieurs und der Nutzungsdauer zu berechnen.

Die Heritabilitäten lagen zwischen 0,00 (Klauenhärte am mittleren Meßpunkt hinten) und 0,45 (Diagonale vorne). Die genetische Korrelation zwischen Vorder- und Hintergliedmaße lag zwischen 0,14 und 0,99. Die Rangkorrelationen der Klauenzuchtwerte schwanken zwischen – 0,65 und 0,64 und die Rangkorrelationen zwischen den offiziellen Zuchtwerten und den Zuchtwerten der Klauenmerkmale lagen die Korrelation zwischen – 0,27 und 0,32.

Schlüsselwörter: Klauenmaße, Jungbullen, Heritabilität, genetische Korrelation, Zuchtwertschätzung

1. Einleitung

Klauenprobleme stellen in der Rinderhaltung ein nicht zu vernachlässigendes Problem dar und in den vergangenen Jahren sind die Abgänge aufgrund von Klauen- und Gliedmaßenproblemen kontinuierlich gestiegen. Im Jahre 2001 war bei 9,9 % aller Abgänge der Abgangsgrund eine Klauen- und/oder Gliedmaßenerkrankung (VIT, 2001). In den Jahren 1976 und 1990 lag dieser Anteil noch bei 3,7 % bzw. 6,6 %

(VIT,1976, VIT 1990). Ein gesundes Fundament hat einen positiven Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit, die Langlebigkeit und die Nutzungsdauer der Kuh (HAMANN und DISTL, 2001). An umfangreichem Datenmaterial wurden bereits von verschiedenen Autoren Beziehungen zwischen Fundamentmerkmalen und der Lebensdauer nachgewiesen (BAUMGARTNER und DISTL, 1990; BROTHERSTONE und HILL, 1991; CHOI und MC DANIEL, 1993; ROGERS et al., 1989; VUKASINOVIC, 1995). Eine züchterische Bearbeitung von Klauenmerkmalen ist nur sinnvoll, wenn die erhobenen Klauenmaße eine ausreichende Heritabilität besitzen und genetische Korrelationen zu den Erkrankungen des Fundamentes zeigen. In der Literatur wird meistens zwischen Vorder- und Hintergliedmaße unterschieden und es ist bei den meisten Klauenmaßen eine höhere Heritabilität an den Vordergliedmaßen geschätzt worden (BAUMGARTNER, 1988, 1990; ANACKER, 1998; DISTL, 1999; HAMANN und DISTL, 2002). Diese Heritabilitäten deuten darauf hin, das eine züchterische Bearbeitung von Klauenmaßen und damit eine Verbesserung des Fundamentes möglich ist.

Ziel dieser Studie war die Schätzung von Heritabilitäten der verschiedenen Klauenmaße, sowie die Schätzung der genetischen Korrelation zwischen den Klauenmaßen der Vorder- und Hintergliedmaße. Weiterhin wurden Zuchtwerte für einige der erhobenen Klauenmaße geschätzt, um anschließend die Rangkorrelationen zwischen den Zuchtwerten für die Klauenmaße und vom VIT Verden veröffentlichten Zuchtwerten des Exterieurs und der Nutzungsdauer darzustellen.

2. Material und Methode

Der Untersuchung liegen Klauenmaße zugrunde, die zwischen Dezember 1996 und Februar 2001 in der Eigenleistungsprüfstation Ruhwinkel der Rinderzucht Schleswig-Holstein erhoben worden sind. Es wurden insgesamt 887 Jungbulln vermessen, davon waren 798 Deutsche Holsteins (Farbrichtung Schwarzbunt und Rotbunt) und 89 Angler. Die Altersstruktur dieser Tiere zum Zeitpunkt der Vermessung (i.d.R. eine Woche vor der Körung) sowie die für die Auswertung vorgenommene Klasseneinteilung ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1

Altersstruktur und Altersklasseneinteilung der Jungbulln (Structure of age and classes of age from the young bulls)

Alter in Wochen	46 - 51	52	53	54	55	56	57 – 72
Anzahl der Bullen	119	125	159	150	141	87	106

Es sind sechs verschiedene Klauenmaße von Jungbulln erfaßt worden. Im einzelnen handelte es sich um die Dorsalwandlänge, die Trachtenwandlänge, die Trachtenhöhe, die Diagonale, den Dorsalwandwinkel und die Klauenhärte. Alle Klauenmaße wurden an einer Vorder- und einer Hintergliedmaße der gleichen Körperseite gemessen. Die Erhebung der Dorsalwandlänge, der Trachtenwandlänge, der Trachtenhöhe, des Dorsalwandwinkels und der Diagonalen erfolgte wie bei BAUMGARTNER et al. (1990) beschrieben. Die Klauenhärte wurde an der oberen und mittleren Dorsalwand mit Hilfe eines Härteprüfgerätes ermittelt. Klauenmaße von den Jungbulln, die nicht die gesamte Leistungsprüfung auf der Station absolviert haben wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Auch bei den Trachtenmaßen kam es zu einer Reduktion

des Datenmaterials, da zu Beginn der Datenerfassung bei diesem Merkmal Messfehler auftraten.

Die Daten wurden mit dem Statistik- Paket SAS (SAS, 1992) aufbereitet und analysiert. Dabei kamen die Prozeduren *FREQ*, *MEANS*, *UNIVARIATE*, *MIXED* und *CORR* zur Anwendung.

Die Analyse der systematischen Einflussfaktoren erfolgte mit einem linearen Vatermodell unter Verwendung der Prozedur *MIXED*. Die genetischen Parameter wurden mit einem linearen Tiermodell mit Hilfe des Programmpaketes *VCE4* (GROENEVELD, 1998) geschätzt. Das Modell bildete ebenfalls die Grundlage der Zuchtwertschätzung. Bei der Zuchtwertschätzung wurde das Programm *PEST*, Version 3.1 (GROENEVELD, 1990) verwendet. Die Tier bzw. Vatermodelle unterscheiden sich ausschließlich in der Berücksichtigung des zufälligen Tier bzw. Vätereffektes. Außerdem werden im Tiermodell die Pedigreeinformationen zweier Ahnengenerationen berücksichtigt.

Tiermodell:

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + A_j + T_k + a_l + e_{ijklm}$$

mit:

$$Y_{ijklm} = n\text{-te Beobachtung } (n = 1, \dots, 842)^*$$

$$\mu = \text{allgemeines Populationsmittel}$$

$$R_i = \text{fixer Effekt der } i\text{-ten Rasse } (i = 1, 2, 3)$$

$$A_j = \text{fixer Effekt der } j\text{-ten Altersstufe } (j = 51, \dots, 57)$$

$$T_k = \text{fixer Effekt des } k\text{-ten Meßtages } (k = 1, \dots, 40)$$

$$a_l = \text{zufälliger Effekt des } l\text{-ten Tieres } (l = 1, \dots, 842)$$

$$e_{ijklm} = \text{zufälliger Restfehler}$$

$$* \text{ Bei Trachtenmaßen } m = 1, \dots, 572$$

In die Berechnung der Rangkorrelationen der Zuchtwerte der Merkmale Dorsalwandlänge (vorne), Trachtenhöhe (hinten), Diagonale (vorne) Dorsalwandwinkel (vorne) und Klauenhärte (hinten oberer Meßpunkt) gingen nur die Zuchtwerte der Väter ein, die mindestens vier Söhne im betrachteten Datenmaterial hatten. Dadurch reduzierte sich die Anzahl der Väter in der Zuchtwertschätzung auf 69. Mit Hilfe der vom VIT herausgegebenen *BULLI CD* (VIT, 2002) konnten für 54 dieser 69 Bullen die verschiedenen Exterieurzuchtwerte ermittelt werden. Aus der linearen Beschreibung wurden die Teilzuchtwerte der Hinterbeinwinkelung, der Klauen und des Fundamentes berücksichtigt. Für 56 Vererber lagen die Nutzungsdauerzuchtwerte vor.

3. Ergebnisse

Bei fast allen Klauenmaßen ist der Mittelwert an der Vordergliedmaße höher als an der Hintergliedmaße (Tab. 2). Mit Ausnahme des Dorsalwandwinkels ergeben sich für alle Merkmale höhere Meßwerte an der Vordergliedmaße (Tab. 2). Die Streuung der Merkmale hat ebenfalls eine einheitliche Tendenz. Die an der Vordergliedmaße gemessenen Merkmale weisen gleiche oder höhere Standardabweichungen auf.

Die Ergebnisse des F-Testes für die Signifikanz der untersuchten fixen Effekte sind in der Tabelle 3 dargestellt. Auf die Dorsalwandlänge, an beiden Gliedmaßen, konnte ein hoch signifikanter Einfluss der Rasse und des Messtermins festgestellt werden. Das Alter hatte im Gegensatz zur Hintergliedmaße keinen signifikanten Einfluss auf die Dorsalwandlänge an der Vordergliedmaße. Ebenso verhielt es sich bei den Merkmalen

Trachtenwandlänge und Trachtenhöhe, mit der Einschränkung, dass der Rasseinfluss auf diese Merkmale nicht hoch signifikant war. Auf die Diagonale hatten alle in den Modellen enthaltenen fixen Effekte einen signifikanten Einfluss. Bei den beiden gemessenen Dorsalwandwinkeln konnte nur für den Messtermin ein signifikanter Einfluss festgestellt werden. Auf alle Messpunkte der Klauenhärte hatte der Messtermin einen signifikanten Einfluss. Der Rasseinfluss auf die Klauenhärte am oberen Messpunkt der Hintergliedmaße war, im Gegensatz zu allen anderen Messpunkt, signifikant. Das Alter hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Klauenhärte.

Tabelle 2

Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Wertebereich (Min., Max.) für die Klauenmerkmale (Means (\bar{x}), standard deviation (s) and range of the claw traits)

Merkmal	n	\bar{x}	s	Minima	Maxima
Dorsalwandlänge vorne (mm)	842	73,9	7,0	51,0	101,0
Dorsalwandlänge hinten (mm)	842	72,6	5,7	49,0	93,0
Trachtenwandlänge vorne (mm)	572	43,9	5,2	24,0	60,0
Trachtenwandlänge hinten (mm)	572	35,7	4,9	18,0	53,0
Trachtenhöhe vorne (mm)	572	34,8	4,2	20,0	55,0
Trachtenhöhe hinten (mm)	572	28,4	4,2	12,0	47,0
Diagonale vorne (mm)	842	130,2	7,4	110,0	170,0
Diagonale hinten (mm)	842	122,5	5,3	108,0	147,0
Dorsalwandwinkel vorne (Grad)	842	53,4	4,2	40,0	67,0
Dorsalwandwinkel hinten (Grad)	842	56,2	3,5	40,0	69,0
Klauenhärte vorne mitte (score)	842	70,8	9,5	23,0	93,0
Klauenhärte hinten mitte (score)	842	70,6	8,0	39,0	97,0
Klauenhärte vorne oben (score)	842	61,2	12,7	15,0	84,0
Klauenhärte hinten oben (score)	842	55,0	11,4	16,0	78,0

Tabelle 3

Signifikanz der fixen Einflussfaktoren auf die Klauenmaße (Significance of the fixed effects on the claw traits)

Merkmal	n	Rasse	Meßtermin	Alter
Dorsalwandlänge vorn (mm)	842	***	***	n.s
Dorsalwandlänge hinten (mm)	842	***	***	**
Trachtenwandlänge vorn (mm)	572	**	***	n.s
Trachtenwandlänge hinten (mm)	572	**	***	**
Trachtenhöhe vorn (mm)	572	**	***	n.s
Trachtenhöhe hinten (mm)	572	*	*	***
Diagonale vorn (mm)	842	*	***	***
Diagonale hinten (mm)	842	**	*	***
Dorsalwandwinkel vorn (Grad)	842	n.s	***	n.s
Dorsalwandwinkel hinten (Grad)	842	n.s	***	n.s
Härte Dorsalwandmitte vorn (score)	842	n.s	***	n.s
Härte Dorsalwandmitte hinten (score)	842	n.s	***	n.s
Härte Dorsalwand oben vorn (score)	842	n.s	***	n.s
Härte Dorsalwand oben hinten (score)	842	**	***	n.s

* = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$, n.s = nicht signifikant

In den folgenden drei Abbildungen werden exemplarisch für alle erhobenen Klauenmaße, die LSQ- Mittelwerte des Klauenmaßes Diagonale der Hintergliedmaße gezeigt.

Die Abbildung 1 zeigt die LSQ- Mittelwerte der Diagonalen an der Hintergliedmaße für die verschiedenen Rassen. Die Jungbullen der Rasse Schwarzbunt haben mit 123 mm die längste Diagonale, gefolgt von den Rotbunten Jungbullen mit 122 mm. Die kürzeste Diagonale ergibt sich mit 121 mm für die Angler Jungbullen.

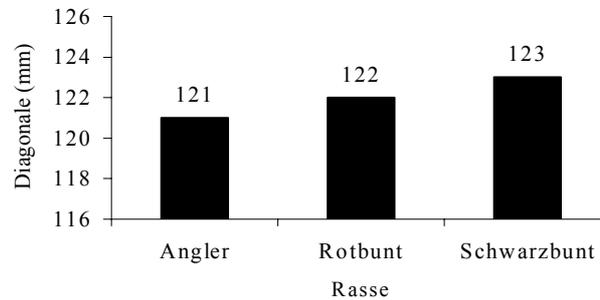


Abb. 1: Einfluss der Rasse auf die Diagonale (mm) der Hintergliedmaße (LSQ-Mittelwerte) (Influence of the breed on the diagonal (mm) on the hind leg (LSQ-Means))

Die Abbildung 2 enthält die LSQ-Mittelwerte der verschiedenen Altersklassen. Mit steigendem Messalter der Jungbullen kommt es zu einem kontinuierlichen Anstieg der Diagonalenlänge, und zwar von 119 mm im Alter von 46 - 51 Wochen auf 124 mm in der höchsten Altersstufe.

Die Abbildung 3 fasst die LSQ-Mittelwerte der verschiedenen Messtermine zusammen. Es besteht kein gerichteter Einfluss des Messtermins auf die Länge der Diagonalen der Hintergliedmaße.

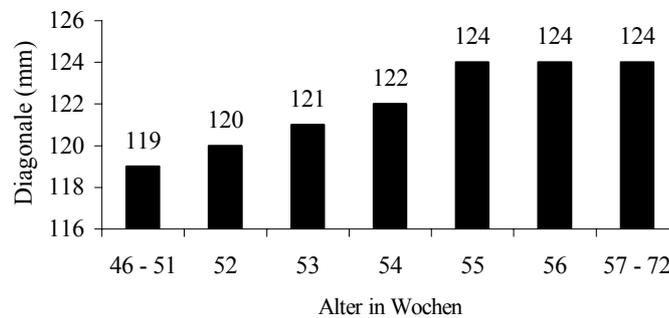


Abb. 2: Einfluss des Messalters auf die Diagonale (mm) der Hintergliedmaße (LSQ-Mittelwerte) (Influence of age on the diagonal (mm) on the hind leg (LSQ-Means))

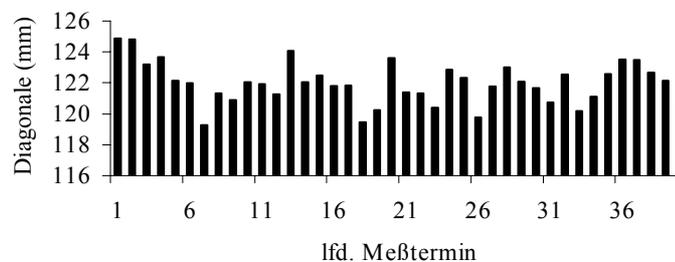


Abb. 3: Einfluss des Messtermins auf die Diagonale (mm) der Hintergliedmaße (LSQ-Mittelwerte) (Influence of the date of measurement on the diagonal (mm) of the hind leg (LSQ-Means))

Der in den Abbildungen 1 bis 3 gezeigte Trend für das Merkmal Diagonale der Hintergliedmaße gilt im wesentlichen auch für die übrigen Merkmale.

Die Tabelle 4 enthält das Ergebnis der Varianzkomponentenschätzung und die genetischen Korrelationen zwischen den verschiedenen Klauenmaßen an der Vorder- und der Hintergliedmaße.

Die Heritabilitäten der verschiedenen Klauenmaße liegen zwischen 0,00 (Klauenhärte am oberen Meßpunkt der Hintergliedmaße) und 0,45 (Diagonale der Vordergliedmaße). Die Heritabilitäten an der Vordergliedmaße sind tendenziell höher als an der Hintergliedmaße. Eine Ausnahme bilden hier die Klauenmaße Trachtenhöhe der Hintergliedmaße, wo die Heritabilität mit 0,28 deutlich höher ist als an der Vordergliedmaße ($h^2=0,08$) und Klauenhärte am oberen Meßpunkt der Hintergliedmaße ($h^2=0,17$). Die Standardfehler der Heritabilitätsschätzwerte variieren zwischen 0,01 (Klauenhärte am oberen Meßpunkt der Hintergliedmaße) und 0,11 (Trachtenwandlänge der Vordergliedmaße).

Tabelle 4

Varianzkomponenten, Heritabilitäten und genetische Korrelationen zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen für die Klauenmaße (Variance components, heritabilities and genetic correlation for the claw traits)

Merkmal	σ^2_a	σ^2_e	$h^2 (\pm s_{h^2})$	$r_g (\pm s_{r_g})$
Dorsalwandlänge vorne (mm)	17,57	26,06	0,40 (0,08)	
Dorsalwandlänge hinten (mm)	3,14	25,88	0,11 (0,06)	0,69 (0,16)
Trachtenwandlänge vorne (mm)	2,61	21,09	0,11 (0,11)	
Trachtenwandlänge hinten (mm)	0,97	18,87	0,05 (0,07)	0,99 (0,07)
Trachtenhöhe vorne (mm)	1,24	15,16	0,08 (0,06)	
Trachtenhöhe hinten (mm)	4,38	11,13	0,28 (0,09)	0,99 (0,07)
Diagonale vorne (mm)	26,60	21,71	0,45 (0,07)	
Diagonale hinten (mm)	7,92	17,01	0,32 (0,07)	0,72 (0,16)
Dorsalwandwinkel vorne (Grad)	4,18	11,35	0,27 (0,07)	
Dorsalwandwinkel hinten (Grad)	0,48	8,89	0,05 (0,05)	0,75 (0,27)
Klauenhärte vorne mitte (score)	8,97	66,28	0,12 (0,04)	
Klauenhärte hinten mitte (score)	0,01	49,45	0,00 (0,00)	0,14 (0,64)
Klauenhärte vorne oben (score)	8,60	75,41	0,10 (0,05)	
Klauenhärte hinten oben (score)	12,00	57,80	0,17 (0,07)	0,99 (0,01)

Die genetische Korrelation zwischen den Klauenmaßen der Vorder und der Hintergliedmaße war bei den meisten betrachteten Merkmalen hoch. Eine Ausnahme ist die Klauenhärte am oberen Messpunkt, wo die genetische Korrelation lediglich 0,14 beträgt. Bei den zwei verschiedenen Trachtenmerkmalen liegt die genetische Korrelation jeweils bei 0,99. Auch bei der Klauenhärte am oberen Messpunkt wurde diese hohe genetische Korrelation gefunden. Die genetische Korrelation zwischen dem Dorsalwandwinkel der Vordergliedmaße und der Hintergliedmaße betrug 0,75. In einem ähnlichen Bereich sind auch die genetischen Korrelationen der Diagonalen (0,72) und der Dorsalwandlänge (0,69) zu finden. Die Standardfehler der Schätzwerte der genetischen Korrelationen schwanken zwischen 0,01 (Klauenhärte am oberen Meßpunkt) und 0,64 (Klauenhärte am mittleren Meßpunkt).

Tabelle 5 enthält eine Zusammenfassung einiger statistischer Kennzahlen der Zuchtwertschätzung für einige ausgewählte Klauenmaße. Die mittlere Anzahl der Söhne, der in der Zuchtwertschätzung verbliebenen 69 Väter lag bei 9,75. Die Zuchtwertschätzung erfolgte für fünf ausgewählte Klauenmerkmale. Es wurden nur Beobachtungen von Jungbulln berücksichtigt, wenn deren Väter mindestens vier Nachkommen auf-

wiesen. Die mittleren Sicherheiten der Zuchtwerte schwankten zwischen 28,4 und 55,2 % (Tab. 5), wobei für einzelne Väter Sicherheiten bis zu 83 % auftreten. Die mittleren Relativzuchtwerte liegen im erwarteten Bereich um 100, wobei ein Zuchtwert von 77 (Dorsalwandwinkel) bis 138 (Diagonale) erreicht wird.

Die Rangkorrelationen zwischen den Zuchtwerten der ausgewählten Klauenmaße betragen – 0,65 bis 0,64 (Tab. 6). Mit Ausnahme der Zuchtwertepaare Dorsalwandlänge – Diagonale ($r_s = 0,64$), Dorsalwandlänge - Dorsalwandwinkel ($r_s = 0,65$) und Diagonale - Dorsalwandwinkel ($r_s = - 0,46$) sind jedoch alle übrigen Rangkorrelationen nicht signifikant von Null verschieden.

Tabelle 5

Ergebnisse der Zuchtwertschätzung für verschiedene Klauenmaße (Results of the breeding value estimation for different claw traits)

Merkmal	\bar{x}	s	Min.	Max.
Zuchtwert Dorsalwandlänge (vorne) in mm	0,47	2,74	- 6	11
Zuchtwert Trachtenhöhe (hinten) in mm	0,10	1,07	- 2	3
Zuchtwert Diagonale (vorne) in mm	0,46	3,59	- 6	17
Zuchtwert Dorsalwandwinkel (vorne) in Grad	- 0,26	1,20	- 4	2
Zuchtwert Klauenhärte (hinten oben) in score	0,32	1,69	- 4	4
Sicherheit des ZW Dorsalwandlänge (vorne) in %	47,26	11,24	27	78
Sicherheit des ZW Trachtenhöhe (hinten) in %	29,80	14,80	0	64
Sicherheit des ZW Diagonale (vorne) in mm	55,20	11,02	34	83
Sicherheit des ZW Dorsalwandwinkel (vorne) in %	37,75	10,89	19	70
Sicherheit des ZW Klauenhärte (hinten oben) in %	28,41	9,49	13	59
Relativzuchtwert Dorsalwandlänge (vorne)	101,4	7,85	83	131
Relativzuchtwert Trachtenhöhe (hinten)	100,7	6,17	86	115
Relativzuchtwert Diagonale (vorne)	101,1	8,32	86	138
Relativzuchtwert Dorsalwandwinkel (vorne)	98,5	7,01	77	113
Relativzuchtwert Klauenhärte (hinten oben)	101,2	5,90	87	113

Tabelle 6

Rangkorrelationen zwischen den Zuchtwerten ausgewählter Klauenmerkmale (Rank correlation between breeding values of different claw traits)

	Trachten- höhe (h)	Diagonale (v)	Dorsalwand- winkel (v)	Dorsalwand-härte oben (h)
Dorsalwandlänge (v)	- 0,11	0,64	- 0,65	0,22
Trachtenhöhe (h)		0,20	0,00	0,13
Diagonale (v)			- 0,46	0,05
Dorsalwandwinkel (v)				- 0,18

v = Vorne, h = Hinten

Die Rangkorrelationen zwischen den offiziellen Zuchtwerten und den Zuchtwerten der ausgewählten Klauenmaße betragen – 0,27 bis 0,32 (Tab. 7). Die Korrelation zwischen dem Zuchtwertpaar Klauen - Trachtenhöhe beträgt 0,20. Die Korrelationen zwischen den Zuchtwertpaaren Dorsalwandhärte - Hinterbeinwinkelung ($r_s = - 0,27$), Dorsalwandhärte - RZN ($r_s = 0,26$) und Dorsalwandlänge - RZE ($r_s = 0,27$) unterscheiden sich signifikant von Null. Alle übrigen Rangkorrelationen sind nicht signifikant von Null verschieden.

Tabelle 7

Rangkorrelationen zwischen den eigenen Klauenzuchtwerten und den offiziellen Teilzuchtwerten der linearen Beschreibung, dem RZE und dem RZN (Rank correlation between breeding values of the claw traits and some official breeding values)

	Dorsalwandlänge (v)	Trachtenhöhe (h)	Diagonale (v)	Dorsalwandwinkel (v)	Dorsalwandhärte oben (h)
Hinterbeinwinkelung	0,02	0,06	0,23	- 0,12	- 0,27
Klauen	- 0,23	0,20	- 0,06	0,08	0,11
Fundament	- 0,07	0,02	- 0,11	0,02	0,32
RZE	0,27	- 0,03	0,16	- 0,22	0,22
RZN	0,10	- 0,08	- 0,09	- 0,06	0,26

v = Vorne, h = Hinten, RZE = Relativzuchtwert Exterieur, RZN = Relativzuchtwert funktionale Nutzungsdauer

4. Diskussion

Die Ursache von Fundamentproblemen gehen häufig von den Klauen aus. Die Probleme im Fundamentsbereich haben in den letzten Jahren zugenommen und infolge dessen auch die wirtschaftlichen Verluste. Dies wird von mehreren Autoren beschrieben (DISTL, 1999; ANACKER, 2000; WARNICK et al., 2001). Unabdingbare Maßnahmen, um die Fundamentqualität zu verbessern, sind eine optimale Umwelt und eine regelmäßige Klauenpflege. Jedoch spielt auch die Genetik im Bereich der Klauen und der Gliedmaßen eine nicht zu unterschätzende Rolle. DISTL (1999) beschreibt zwei Selektionsstrategien zur Verbesserung der Klauenqualität, unter anderem die Erhebung von Klauenmaßen bei Jungbulln in Form einer Eigenleistungsprüfung. Der Autor weist auf die Kostenvorteile dieser Selektionsstrategie hin. Laut DISTL (1999) reduziert sich der Aufwand für die Merkmalerfassung um das 10 bis 15-fache, wenn die Klauenmaße in der Eigenleistungsprüfung ermittelt werden, da der Aufwand der Erfassung der Klauenmaße der Töchter entfällt. Der in dieser Studie gewählte Erfassungstermin der Klauenmaße, eine Woche vor der Körung, wurde auch in den Studien von HUBER (1983) und ANACKER (1998) gewählt. Dies vereinfacht den Vergleich der Ergebnisse, da die Tiere nahezu alle dasselbe Alter hatten. Außerdem sind die Bullen zu diesem Zeitpunkt den Umgang mit Menschen gewöhnt, was das Erheben der Klauenmaße vereinfachte. Der von BAUMGARTNER (1988) und SCHMID (1990) beschriebene Trainingseffekt des Vermessers konnte bestätigt werden. Daher scheint es sinnvoll zu sein, die Vermesser erst an einer größeren Zahl von Tieren zu schulen, bevor die eigentliche Datenerfassung beginnt. Durch dieses Training hätte die zu Beginn aufgetretene falsche Erhebung der Trachtenmaße vermieden werden können.

Die mittleren Dorsalwandlängen dieser Untersuchung stimmen mit den von DISTL (1999) gefundenen Dorsalwandlängen überein. HUBER (1983) und ANACKER (1990) lagen unter den in dieser Untersuchung gefundenen Werten. Bei den Merkmalen Diagonale und Dorsalwandwinkel stimmten die in dieser Untersuchung gefundenen Mittelwerte mit den Mittelwerten der Literatur (ANACKER, 1998; HUBER, 1983; DISTL, 1999) gut überein. Die Klauenhärte zeigte sich in dieser Untersuchung als das unsicherste Klauenmaß. Auch ANACKER (1998) und DISTL (1999) berichten von gewissen Unsicherheiten bei diesem Klauenmaß.

Die Heritabilitäten dieser Untersuchung stimmen mit den Heritabilitäten in der Literatur überein (ANACKER, 1998; HAMANN und DISTL, 2002; BAUMGARTNER et al., 1990). Das die Heritabilitäten der verschiedenen Klauenmaße an der Vordergliedmaße tendenziell höher sind als an der Hintergliedmaße, wird auch in den Untersuchungen von ANACKER (1998), HAMANN und DISTL (2002) BAUMGARTNER et al. (1990) und DISTL (1999) festgestellt. In den Arbeiten von CHOI und MC DANIEL (1993) und bei SMIT et al. (1986) wurde nicht zwischen Vordergliedmaße und Hintergliedmaße unterschieden. Bei den Heritabilitäten war die Klauenhärte ebenfalls das Merkmal mit der geringsten Sicherheit. Die Tendenz, dass es sich bei der Klauenhärte um ein schwer zu messendes und infolge dessen ein relativ unsicheres Merkmal handelt, zeigt sich auch bei den genetischen Korrelationen zwischen der Vorder- und der Hintergliedmaße. So war die genetische Korrelation zwischen den beiden mittleren Meßpunkten mit 0,14 und einem Standardfehler von 0,64 die niedrigste Korrelation in dieser Untersuchung. HAMANN und DISTL (2001) fanden für dieses Merkmal mit 0,77 eine deutlich höhere Korrelation. Bei den anderen Klauenmaßen stimmten die genetischen Korrelationen zwischen der Vorder- und der Hintergliedmaße mit den von HAMANN und DISTL (2001) gefundenen Korrelationen überein. Die hohen genetischen Korrelationen zeigen, dass bei einer routinemäßigen Erfassung von Klauenmaßen die Erhebung des Maßes an einer Gliedmaße ausreicht. Bei den meisten Klauenmaßen sollte die Vordergliedmaße gewählt werden, da die Klauenmaße der Vordergliedmaße mehr von der Genetik beeinflusst werden als die Klauenmaße der Hintergliedmaße.

Bei Betrachtung der mittleren Zuchtwerte, deren Sicherheit sowie der minimalen und maximalen Zuchtwerte wird deutlich, dass die züchterische Bearbeitung von Klauenmaßen möglich ist. Es ist noch weiter zu prüfen wie sich die Zuchtwerte verändern, wenn das Datenmaterial umfangreicher wird. Die in dieser Untersuchung geschätzten Zuchtwerte zeigen teilweise Beziehungen zu den offiziellen Zuchtwerten (Tab. 7). Es traten sowohl positive als auch negative Rangkorrelationen zu den geschätzten Zuchtwerten auf. Auffällig ist, dass die Rangkorrelation der offiziellen Zuchtwerte zur Klauenhärte recht hoch war. Bei den Rangkorrelationen zwischen den Zuchtwerten der Klauenmaße und Zuchtwerten des VIT sind in der Literatur wenig Angaben zu finden. DISTL (1999) berechnete Korrelationen zwischen den Zuchtwerten der Klauenmaße und dem Zuchtwert Eiweiß (%), dem Relativzuchtwert der funktionalen Nutzungsdauer und dem Zuchtwert des Abgangsrisikos. DISTL (1999) fand positive Korrelationen zwischen den Zuchtwerten aller Klauenlängenmaße und dem Relativzuchtwert der funktionalen Nutzungsdauer, die zwischen 0,07 und 0,20 lagen. In dieser Untersuchung konnte diese positive Korrelation zwischen Relativzuchtwert der funktionalen Nutzungsdauer und dem Zuchtwert der Dorsalwandlänge bestätigt werden, allerdings war sie mit 0,10 nicht so ausgeprägt wie bei DISTL (1999). Die anderen Zuchtwerte der Längenmaße waren in dieser Untersuchung leicht negativ mit dem Relativzuchtwert der funktionalen Nutzungsdauer korreliert. Bestätigt werden konnte die von DISTL (1999) gefundene negative Korrelation zwischen dem Zuchtwert des Dorsalwandwinkels und dem Relativzuchtwert der funktionalen Nutzungsdauer. In dieser Studie bestand mit 0,26 ein deutlich positiver Zusammenhang zwischen Relativzuchtwert der funktionalen Nutzungsdauer und dem Zuchtwert der Klauenhärte, wogegen DISTL (1999) mit $-0,01$ praktisch keinen Zusammenhang zwischen den beiden Zuchtwerten feststellen konnte. Die Korrelation zwischen den beiden Zuchtwerten

Klauen und Trachtenhöhe ($r_s = 0,20$) ist niedriger als erwartet und nicht signifikant von Null verschieden.

Zwischen den Zuchtwerten der Klauenmaße und den Teilzuchtwerten aus der linearen Beschreibung sowie dem Relativzuchtwert Exterieur konnten in der Literatur keine Angaben gefunden werden. Die Rangkorrelationen zwischen den Teilzuchtwerten der linearen Beschreibung und den Zuchtwerten der Klauenmaße liegen durchweg auf einem niedrigen Niveau und sind bis auf einige Ausnahmen nicht signifikant. Der Grund hierfür dürfte in dem relativ begrenztem Datenumfang liegen. Dies bestätigt die oben bereits erwähnte These, dass der Datenumfang für weitere Untersuchungen vergrößert werden muß.

5. Schlussfolgerung

Die in den letzten Jahren zu beobachtenden steigenden Probleme durch Klauen- und/oder Gliedmaßenkrankungen zeigen, dass eine züchterische Bearbeitung dieses Problems notwendig ist. Die für die verschiedenen Klauenmaße gefundenen Heritabilitäten reichen für eine erfolgreiche züchterische Bearbeitung aus und sind höher als die in der offiziellen Zuchtwertschätzung angenommenen Heritabilitäten der Hinterbeinwinkelung und der Klauen. Die Korrelationen zwischen den in dieser Studie geschätzten Zuchtwerten und den vom VIT herausgegebenen Zuchtwerten zeigen, dass die objektiven Klauenmaße der Jungbulln nur in einem gewissen Grad in der subjektiven linearen Beschreibung der Töchter wiederzufinden sind.

Literatur

- ANACKER, G.:
Abschlußbericht: Möglichkeit der Einbeziehung funktionaler Merkmale zur Erhöhung der Aussagesicherheit in die Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung von Bullen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (1998)
- ANACKER, G.:
Zucht auf ein gesundes Fundament. Informationen aus der Wissenschaft. Landesverband Thüringer Rinderzüchter eG (2000), 32-37
- BAUMGARTNER, C.F.:
Untersuchungen über Klauenmaße als Hilfsmerkmale für die Selektion auf Klauengesundheit an Töchtergruppen von Deutschen Fleckviehbullen. Diss. Tierärztliche Fakultät; Ludwig-Maximilians-Universität München (1988)
- BAUMGARTNER, C.F.; DISTL, O.; KRÄUSSLICH, H. :
Eignung von Indikatormerkmalen für die Zucht auf Klauengesundheit beim Deutschen Fleckvieh, 1. Mitt. Züchtungskunde, Stuttgart **62** (1990), 195-207
- BAUMGARTNER, C.F.; DISTL, O.:
Genetic and phenotypic relationships of claw disorders and claw measurements in first lactating German Simmental cows with stayability, milk production and fertility traits. Vith International Symposium on Diseases of the Ruminant Digit, Liverpool, July 16-20, 1990
- BROTHERSTONE, S.; HILL, W.G. :
Dairy herd life in relation to linear type traits and production. 2. Genetic analyses for pedigree and non-pedigree cows. Anim. Prod. **53** (1991), 289-297.
- CHOI, Y.S.; MC DANIEL, B.T.:
Heritabilities of measures of hooves and their relation to other traits of Holsteins. Journal of Dairy Science **76** (1993), 1989-1993
- DISTL, O.:
Zucht auf ein gesundes Fundament beim Milchrind. Züchtungskunde, Stuttgart **71** (1999), 446-458
- GROENEVELD, E.:
PEST User's manual Institut für Tierhaltung und Tierverhalten, FAL, D-31535 Neustadt 1, Höltystr. 10 (1990)
- GROENEVELD, E.:

- VCE4 User's Guide and reference manual Version 1.1 Institut für Tierhaltung und Tierverhalten, FAL, D-31535 Neustadt 1, Höltystr. 10 (1998)
- HAMANN, H. und DISTL, O.:
Genetische Parameter für Klauenmerkmale bei ELP-Bullen und deren Beziehung zur funktionalen Nutzungsdauer von Kühen. Vortragstagung der DGFZ und GFT am 12./13. September 2001 in Weihenstephan
- HAMANN, H. und DISTL, O.:
Prediction of functional longevity for dairy cows by using foot quality traits in German Holstein bulls. Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, August 19-23, 2002
- HUBER, M.:
Untersuchungen über Klauenparameter an Jungbullen in den bayrischen Eigenleistungsprüfanstalten. Ludwig-Maximilians-Universität München, Diss., 1983
- ROGERS, G.W.; MC DANIEL, B.T.; DENTINE, M.R.; FUNCK, D.A.:
Genetic correlation between survival and linear type traits measured in first lactation. *Journal of Dairy Science* **72** (1989), 523-527
- SCHMID, D.:
Untersuchungen über Klauenmaße und Klauenkrankheiten in der Rinderherde des Lehr- und Versuchsgutes Oberschleissheim. Ludwig-Maximilians-Universität München, Diss., 1990
- SMIT, H.; VERBEEK, B.; PETERSE, D.J.; MC DANIEL, B.T.; POLITIEK, R.D.:
The effect of herd characteristics on claw disorders and claw measurements in Friesians. *Livestock Production Science* **15** (1986), 1-9
- VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERHALTUNG w.W (VIT):
Jahresbericht, 25 (1976)
- VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERHALTUNG w.W (VIT):
Jahresbericht, 28 (1990)
- VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERHALTUNG w.W (VIT):
Jahresbericht, 22 (2001)
- VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERHALTUNG w.W (VIT):
Bulli CD, Ergebnisse der Zuchtwertschätzung August 02 (2002)
- VUKASINOVIC, N.:
Genetische Beziehungen zwischen Langlebigkeit, Milchleistung und Exterieur beim Schweizerischen Braunvieh. ETH Zürich, Diss., 1995
- WARNICK, L.D.; JANSSEN, D.; GUARD, C.L.; GRÖHN, Y.T.:
The effect of lameness on milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **84** (2001), 1988-1997

Eingegangen: 15.01.2003

Akzeptiert: 18.02.2003

Anschrift der Verfasser
DIRK HINRICHS, TIM OVE KUHLMANN, Dr. ECKHARD STAMER,
Prof. Dr. Dr. h.c. mult. ERNST KALM
Institut für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstr. 40
D-24098 Kiel