



Phänotypische und genetische Parameter der Klauenmaße und Bonituren bei Jungbullen und Prüftöchtern der Rasse Deutsches Holstein

Ergebnisse zur Parameter- und Zuchtwertschätzung von Klauenmerkmalen bei Jungbullen und Bullentöchtern der Rasse Deutsches Holstein

1. Mitteilung

Phänotypische und genetische Parameter der Klauenmaße und Bonituren bei Jungbullen und Prüftöchtern der Rasse Deutsches Holstein

G. ANACKER*, E. GERNAND*

1. Einleitung

Eine wesentliche Abgangsursache in den Rinderbeständen mit zunehmender Tendenz stellen Gliedmaßen- und Klauenerkrankungen dar. Sie erreichen nahezu den gleichen Stellenwert wie Eutererkrankungen und Fruchtbarkeitsstörungen (Tabelle 1).

Die Verbesserung der Klauengesundheit in der Rinderpopulation ist eine vielschichtige Aufgabe. Zwei wichtige Ansatzmöglichkeiten sind herauszustellen:

1. Verbesserung der Umwelt- und Haltungsfaktoren sowie klauenrelevanter Maßnahmen im Betriebsmanagement.
2. Auswahl und Zucht von Tieren, die besonders gut mit den die Klauengesundheit belastenden Umweltverhältnissen fertig werden.

Auch die Züchtung kann einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Klauengesundheit leisten. So werden Form, Eigenschaften und Gesundheit von Klauen nicht alleine von Umweltfaktoren, sondern auch von der genetischen Fundierung dieser Merkmale im Erbgut beeinflusst.

Züchterisch ist eine Verbesserung der Klauengesundheit auf zwei Wegen möglich

1. Direktes Erfassen von Klauenerkrankungen bei Kühen und Einbeziehung der ermittelten Frequenzen in die Zuchtwertschätzung und Selektion von Vatertieren.
2. Erfassung von objektiv messbaren Klauenparametern, die nachweislich im Zusammenhang zu Klauenerkrankungen stehen.

Der erstere Weg ist ein sehr zeit- und kostenaufwändiges Verfahren, wird aber in den skandinavischen Ländern mit Erfolg praktiziert, wie PHILIPSSON (1995) berichtete. Auch in Deutschland wird durch das Institut für Tierzucht der Universität Halle ein solches Projekt in Zusammenarbeit mit dem Klauenpfleger PIJL aus Ostfriesland seit Anfang 2000 durchgeführt (SWALVE und KÖNIG 2004). Ein weiteres Projekt wird durch das Tierzuchtinstitut Göttingen in Zusammenarbeit mit Dr. Landmann

* Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Tierhaltung Clausberg, g.anacker@clausberg.tll.de

realisiert.

Über Beziehungen zwischen Klauenerkrankungen bzw. Prozentsätzen „Gesunde Töchter“ und Zuchtwerten für Fundamentmerkmale berichten bei Deutschen Holstein (SWALVE und KÖNIG 2004). Die Erbllichkeit für Klauenerkrankungen variiert zwischen 0,12 (Klauenrehe) und 0,07 (Mortellaro). Aus den Korrelationen zwischen Klauenerkrankungen und Zuchtwerten für Fundamentmerkmale ist abzuleiten, dass die Verbesserung in Fundamentmerkmalen auch zu einer verringerten Krankheitswahrscheinlichkeit führt.

Zur genetischen Fundierung von Gliedmaßen und Klauenmerkmalen bei Deutschen Holsteins konnten erste Ergebnisse aufgrund von Messungen bei Eigenleistungsgeprüften Jungbullen von ANACKER (1998) vorgelegt werden. Neuere Ergebnisse liegen aus dem Jahr 2004 vor (REINHARDT und RUTEN). Ergebnisse auf der Basis von Messungen an Prüfbullentöchtern, sowie Beziehungen zwischen Klauenmaßen und der Nutzungsdauer liegen bisher nicht vor.

In einer ersten Mitteilung soll über die phänotypischen und genetischen Parameter informiert werden. Die zweite Mitteilung beinhaltet die Ergebnisse der Zuchtwertschätzung sowie die Beziehungen zur Nutzungsdauer der Bullen.

2. Material und Methode

2.1. Klauenmaße

An der Außenklaue an je einer Vorder- und Hintergliedmaße werden die in der Tabelle 2 dargestellten Merkmale erfasst. Die Messpunkte wurden nach ANACKER(1998) ausgewählt.

Weitere Merkmale wurden auf einer Skala von 1 bis 9 subjektiv beurteilt:

- | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|
| ➤ Klauenschluss(KS) | 1 = geschlossen | 9 = hochgradig erweitert |
| ➤ Limax (LIM) | 1 = nicht vorhanden | 9 = hochgradig vorhanden |
| ➤ Dorsalwandkante | 1 = gerade | 9 = stark gekrümmt |
| ➤ Seitenwandwinkelung | 1 = flach | 9 = Zwangsklaue |
| ➤ Zehenstellung | 1 = eng | 9 = weit |
| ➤ Gliedmaßenstellung vorn | 1 = 0 beinig | 9 = x beinig |
| ➤ Gliedmaßenstellung hinten | 1 = fassbeinig | 9 = kuhhessig |
| ➤ Winkelung Sprunggelenk | 1 = sehr steil | 9 = stark gewinkelt |
| ➤ Winkelung Fessel | 1 = sehr steil | 9 = stark gewinkelt |

Ergebnisse zu Klauenbonituren werden nur für ausgewählte Merkmale dargestellt.

2.2 Tiermaterial

Die Erhebungen wurden 1996 in der ELP Station Meißen an Jungbullen des LTR und SRV begonnenen. Seit 2002 werden sie an LTR- und ZBH-Bullen in der Station Nordhausen weitergeführt.

Weiterhin erfolgten seit 1995 Messungen an Prüfbullentöchtern. Insgesamt stehen für die Auswertungen Daten von 1 240 Prüfbullen, von 124 Verwahrbullen sowie von 799 Prüftöchtern zur Verfügung. Die Verteilung auf die Erhebungszeiträume zeigt Tabelle 3.

Der größte Teil der Jungbullen ist im Alter zwischen 12 und 15 Monaten gemessen worden (Abb. 1).

Die Prüftöchter in den Jahren 1995 und 1996 wurden größtenteils im ersten Laktati-

onsdrittel gemessen. Ab 1998 fanden die Messungen organisatorisch bedingt im letzten Laktationsdrittel statt (Abb. 2).

Eine Übersicht zu Mittelwerten und Varianz von Klauenmerkmalen und – bonituren bei Prüfbullen und Prüftöchtern gibt Tabelle 4. In der Varianz (S %) bei den Bullen und Töchtern gibt es eine gute Übereinstimmung mit Ausnahme der Klauenhornhärte gemessen an der Mitte der Dorsalwandkante sowohl bei den Vorder- als auch Hintergliedmaßen.

Statistische Auswertung

Bei genetischen Auswertungen sind als mögliche Störgrößen Messdatum (fix) und eine geeignete altersabhängige Funktion zu beachten. Da der Wechsel der Stationen an einem Stichtag (Dezember 2001) erfolgte, sind die Stationseffekte im Messdatum enthalten. In diesem Monat wurden die Thüringer Bullen aus der Station Meißen nach Nordhausen umgestellt. Um einen Umweltrend erkennbar zu machen, wurde in einem Schätzlauf zusätzlich das Messjahr berücksichtigt, innerhalb dessen das Messdatum genestet blieb.

Für die Jungkühe ist zusätzlich ein Effekt des Laktationstages zu prüfen

Die Modelle wurden mittels SPSS 11.5 - Univariates allgemeines lineares Modell geprüft. Hierzu wurde der Vater als zufälliger Effekt aufgenommen. Mit dem gleichen Verfahren wurden die LSQ-Mittelwerte berechnet.

Die Schätzung der Heritabilität erfolgte an univariaten, die der genetischen Korrelationen an bivariaten Modellen. Genutzt wurde VCE5 (KOVACS u.a. 2004)

3. Ergebnisse

3.1. Phänotypische Parameter

In der folgenden Tabelle (Tab. 5) werden LSQ Schätzwerte für Klauenmaße und Bonituren an Hintergliedmaßen von Prüfbullen nach Messjahren dargestellt. Für alle Merkmale besteht ein signifikanter Einfluss des Messjahres ($\alpha < 0,05$). Möglicherweise sind die Unterschiede zwischen den Stationen, die in der Diagonale deutlich werden, auf ein unterschiedliches Regime der Klauenpflege zurückzuführen.

Um den Einfluss des Alters zum Zeitpunkt der Messung abzuschätzen werden die geschätzten Funktionen für die signifikant beeinflussten Klauenmaße dargestellt. Im Gegensatz zu den Klauenmaßen war für Härte und Bonitur kein signifikanter Einfluss des Alters zu ermitteln (Abb. 3 und 4).

Insbesondere die Diagonale scheint auch bei älteren Bullen noch deutlich zuzunehmen. Allerdings wird der Altersbereich über 1000 Tage nur mit wenigen Wartebullen besetzt, so dass hier der Kurvenverlauf unsicher bleibt.

Mit Ausnahme der Klauenhornhärte Oben und der Boniturnoten besteht ein signifikanter Einfluss des Messjahres auf Klauenmerkmale bei Jungkühen (Tab. 6). Der Laktationszeitpunkt zu dem die Klauenmessung bei den Jungkühen durchgeführt wurde hat keinen signifikanten Einfluss auf Maße und Bonituren wie die LSQ Werte (Tab. 7) zeigen.

Mehr als 10 Prüftöchter haben 13 Bullen mit Eigenleistungsprüfung. Zwischen den

LSQ Werten der Klauenmerkmale bei Vätern gibt es erhebliche Unterschiede wie Tabelle 8 zeigt.

Die phänotypischen Korrelationen zwischen ausgewählten Klauenmerkmalen weisen bei Prüfbullen und Jungkühen eine hohe Ähnlichkeit auf (Tab.9 und 10).

3.2. Genetische Parameter

Die am Material der Bullen geschätzten Heritabilitätswerte liegen bei den Vordergliedmaßen zwischen 0,10 und 0,51 und bei den Hintergliedmaßen zwischen 0,10 und 0,40 (Tab. 11).

Mit Ausnahme der Dorsalwandlänge vorn und der Diagonale vorn stimmen die Heritabilitätswerte der Bullen mit den von REINHARDT und RUTEN(2004) geschätzten Werten überein. Analoge h^2 Werte für die letztgenannten Merkmale ermittelten DISTL et al. (2004).

In einem einfachen Vatermodell mit den Einflussfaktoren VATER, MESSDATUM, BETRIEB, LAKTATIONSNUMMER wurden Heritabilitätswerte für Klauenmerkmale bei Prüftöchtern geschätzt (Tabelle 12).

Die Schätzwerte der Prüftöchter erreichen mit Ausnahme der Trachtenhöhe etwa gleiches Niveau wie die der Prüfbullen. Für die Klauenhärte liegt die Heritabilität bei den Töchtern mit Werten zwischen 0,25 und 0,37 deutlich höher als bei den Bullen. Insgesamt ist einzuschätzen, dass auch bei weiblichen Tieren erfolgversprechende Heritabilitäten und genetische Standardabweichungen geschätzt wurden. Genetische Korrelationen zwischen Klauenmaßen der Bullen enthält Tabelle 13. Eng korrelieren die Merkmale der Vorder- und Hintergliedmaßen mit Ausnahme des Merkmals Klauenschluss. Beachtenswert sind die Korrelationen der Härte zu den Maßen. Die sehr niedrige Heritabilität der Vordergliedmaßen lässt zwar kaum interpretierbare Ergebnisse zu, aber bei den Hintergliedmaßen korreliert sie deutlich mit den Maßen. Je härter die Klaue, umso kleiner und steiler scheint sie sich darzustellen. Zwischen den Klauenmaßen TH, TWL, Härte und dem Klauenschluss aber insbesondere der Limaxbildung bestehen relativ hohe genetische Korrelationen. Hervorzuheben ist auch die hohe Beziehung zwischen dem Klauenschluss und der Limaxbildung.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Mit den Untersuchungen sollte nachgewiesen werden, dass auch die Züchtung einen Beitrag zur Verbesserung der Klauengesundheit leisten kann. Dies ist umso wichtiger, da inzwischen Abgänge wegen Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen den gleichen Stellenwert einnehmen wie Euter- und Fruchtbarkeitserkrankungen. Neben der direkten Erfassung von Klauenerkrankungen ist die Erfassung objektiv messbarer Klauenparameter, die in Zusammenhang zu Klauenerkrankungen stehen eine Möglichkeit die Klauengesundheit zu verbessern, wie in Untersuchungen am Fleckvieh in Bayern nachgewiesen werden konnte.

In einer ersten Mitteilung sollen zunächst phänotypische und genetische Parameter für Eigenleistungsgeprüfte Milchrindjungbullen und Prüfbullentöchter dargestellt werden.

Aus dem vorliegenden Datenmaterial lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

1. In der Varianz der gemessenen und beurteilten Merkmale bei Prüfbullen und

- Prüftöchtern besteht eine sehr gute Übereinstimmung. So beträgt der Variationskoeffizient des Merkmals Trachtenhöhe bei Bullen 15,0 bzw. 18,7 % und bei Töchtern 16,3 bzw. 14,3 %. Nahezu identisch ist auch die Variation des Merkmals Klauenhornhärte. Oben ein Merkmal welches aufgrund der geschätzten Heritabilität auch für die Zuchtwertschätzung ausgewählt wurde.
2. Auf die Klauenmaße und –bonitur hat sowohl das Alter zum Zeitpunkt der Messung als auch das Messdatum einen signifikanten Einfluss, ausgenommen der Einfluss des Messalters auf die Bonitur.
 3. Bei den Töchtern besteht ebenfalls eine Signifikanz für das Jahr der Messung, hingegen keine für den Laktationszeitpunkt der Messung.
 4. Die phänotypischen Korrelationen zwischen den Klauenmerkmalen weisen bei Prüfbullen und Jungkühen eine hohe Ähnlichkeit auf.
 5. Eine gute Übereinstimmung ergeben sich für die nach unterschiedlichen Modellen geschätzten Heritabilitätswerte sowohl bei den Vorder- als auch Hintergliedmaßen der Bullen. Sie liegen zwischen 0,10 bis 0,42 bei den Vorder- und zwischen 0,10 bis 0,35 bei den Hintergliedmaßen.
 6. Für Prüftöchter werden ähnliche Heritabilitätswerte ermittelt.
 7. Erheblich höher als die phänotypischen sind die genetischen Beziehungen zwischen den Vorder- und Hintergliedmaßen. Insbesondere zwischen den Klauenmaßen und dem Klauenschluss aber insbesondere der Limaxbildung bestehen relativ hohe genetische Beziehungen.
 8. Insgesamt rechtfertigen die geschätzten phänotypischen und genetischen Parameter eine separate Zuchtwertschätzung für diesen Merkmalskomplex mit dem Ziel einen Beitrag zur Verbesserung der Klauengesundheit zu leisten.

5. Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag hat zum Ziel Ergebnisse aus der Schätzung phänotypischer und genetischer Parameter von Klauenmaßen und –bonituren von Schwarzbunten Jungbullen und Prüftöchtern darzustellen. Ausreichend hohe Heritabilitäten für ausgewählte Merkmale rechtfertigen eine Zuchtwertschätzung und damit eine Berücksichtigung in der Selektion in einem frühen Lebensalter noch vor dem Testeinsatz der Bullen. Sowohl bei den phänotypischen als auch genetischen Parametern gibt es eine gute Übereinstimmung von Prüfbullen als auch Prüfbullentöchtern. Aus den Untersuchungen ist abzuleiten, welche Einflussfaktoren in der Zuchtwertschätzung zu berücksichtigen sind.

Schlüsselwörter: Klauenmaße, Parameter, Jungbullen, Prüftöchter, Deutsche Holstein

Literatur

- ANACKER (1998): Möglichkeiten der Einbeziehung von funktionalen Merkmalen zur Erhöhung der Aussagesicherheit in die Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung von Bullen, Abschlussbericht, TLL Jena
- DISTL, O, J. Hamann (2004): Auswertung der Klauenmerkmale beim Deutschen Fleckvieh, Vortrag Arbeitskreis Stationsprüfung Rind 14./15.09. Neu-Ulrichstein
- PHILIPSSON, J. (1995): Züchtung auf Gesundheit am Beispiel Skandinavien – erfolgreiche Kooperation von Landwirt, Tierarzt, MLP und Zuchtorganisation, Züchtungskunde, **67**, 454- 460
- REINHARDT F. und W. Ruten (2004): Stand und Ergebnisse der Zuchtwertschätzung auf Klauenmerkmale beim Rind, Vortrag Arbeitskreis Stationsprüfung Rind,

14./15.09, Neu-Ulrichstein

SWALVE, H. und S.KÖNIG (2004): Klauenschnittbefunde für die Zukunft nutzen, Milchrind, Nr. 3; S.42- 45

Estimation of parameters and breeding values of claw characteristics at Holstein young bulls and heifers

1. Notice

Phenotypical and genetical parameters at Holstein young bulls and heifers

by G. ANACKER and E.GERNAND

By means of different statistical methods correlations and heritabilities for several claw characteristics at young bulls and heifers have been estimated. Heritability for front claws amounts to 0,10 until 0,42 and for rear claws 0,10 until 0,35.

The parameters for youngbulls and heifers show a high similarity. The estimated parameters are the base for selection of characteristics in estimation of breeding values.

Key words: Claw characteristics, parameter, heritability, correlation, young bulls. heifers, dairy cattle

Tabelle 1: Abgangsursachen bei Milchkühen in Thüringen in % der Abgänge (Quelle ADR Berichte Rinderproduktion)

(Reasons for culling of dairy cows in Thüringen by years)

(Ursache	2000	2001	2002	2003	2004
Fruchtbarkeit	11,2	10,6	11,7	13,8	14,6
Euter	18,5	16,4	16,8	16,4	16,4
Klauen	12,0	14,0	14,3	16,6	15,7
Leistung	10,2	8,7	8,3	8,5	
Stoffwechsel		5,9	6,8	8,0	
Sonstige Erkrankung	10,1	9,9	12,1	13,0	14,9
% der MLP Kühe	44,9	44,3	41,9	38,3	39,9

Tabelle 2: Erfasste Klauenmaße bei Bullen und Kühen

(Claw characteristics at young bulls and heifers)

Merkmal	Geräte	Maßeinheit
Dorsalwandlänge (DWL)	Bandmaß	cm
Trachtenwandlänge (TWL)	Bandmaß	cm
Trachtenwandhöhe (TH)	Bandmaß	cm
Diagonale (DIAG)	Bandmaß	cm
Dorsalwandwinkel (DWW)	Winkelmesser	Grad
Klauenhornhärte (KHH)	Härteprüfgerät nach Shore D	Skala 1 bis 100

Tabelle 3: Materialübersicht nach Erhebungsjahr

(Number of animals within years)

Jahr	Jungbullen	Verwahrbullen	Prüftöchter
1995		12	181
1996	95	66	110
1997	182	46	
1998	166		151
1999	166		109
2000	127		31
2001	184		53
2002	112		164
2003	93		
2004	145		
2005			
Gesamt	1240	124	799

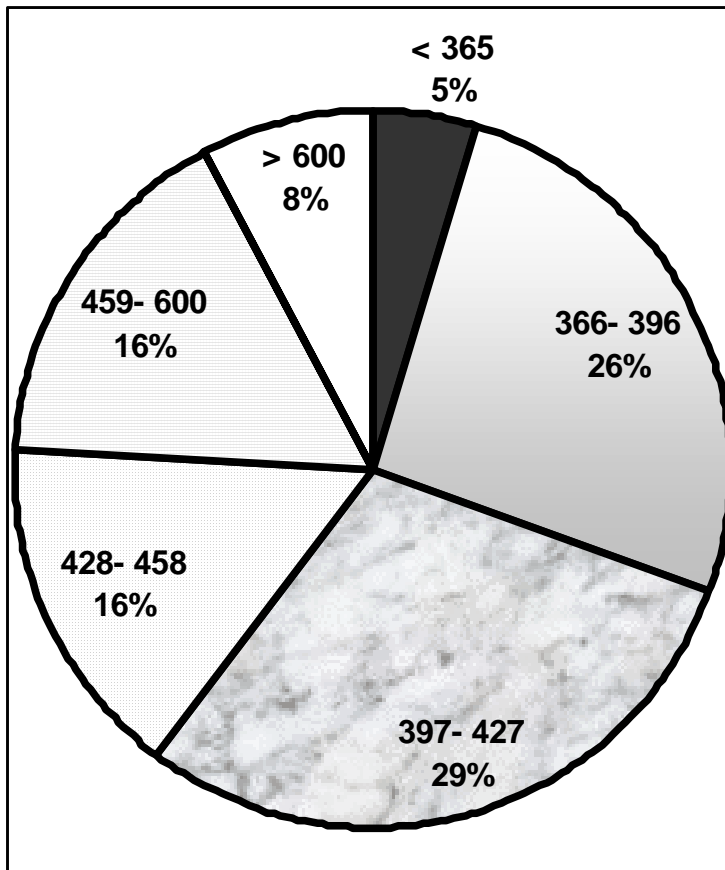


Abb. 1: Verteilung der gemessenen Bullen über verschiedene Altersklassen
(Distribution of young bulls by age in months)

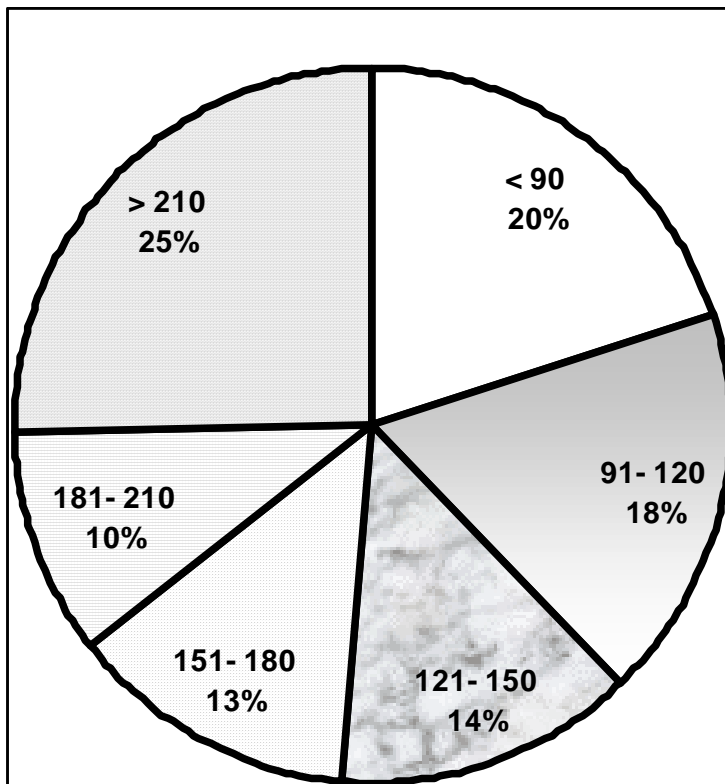


Abb. 2: Verteilung der gemessenen Jungkühe über verschiedene Laktationsstadien
(Distribution of heifers by stage of lactation)

(

Tabelle 4: Mittelwerte und Streuung von Klauenmaßen und Bonituren bei Prüfbullen (N = 1226) und Prüftöchtern (N = 799)

(Means and variation of claw characteristics at bulls and daughters)

Merkmal		Prüfbullen			Prüftöchter		
		Ø	S	S%	Ø	S	S%
<i>Diagonale vorn</i>	cm	12,8	0,9	7,0	14,0	1,4	9,8
Diagonale hinten	cm	12,4	0,8	6,5	14,2	1,4	9,7
Trachtenhöhe vorn	cm	4,0	0,6	15,0	4,5	0,7	16,3
Trachtenhöhe hinten	cm	3,2	0,6	18,7	4,2	0,6	14,3
Dorsalwandlänge vorn	cm	6,7	0,6	9,0	7,5	0,8	10,3
Dorsalwandlänge hinten	cm	7,0	0,6	8,6	7,8	0,8	10,3
Härte Mitte vorn	Score	68	11	16,2	60	20	33,3
Härte Oben	Score	56	12	21,4	52	11	20,1
Härte Mitte hinten	Score	65	11	16,9	58	18	31,0
Härte Oben hinten	Score	52	12	23,1	51	11	21,5
Klauenschluss vorn	Note	4,0	2,0	50	2,3	1,3	55
Klauenschluss hinten	Note	4,1	2,1	51	2,7	1,6	50
Limax vorn	Note	2,1	1,5	71	2,0	0,9	45
Limax hinten	Note	2,5	1,8	72	2,6	1,3	50

Tabelle 5: LSQ Werte von Klauenmaßen und Bonituren bei Prüfbullen nach Jahr der Messung (Hintergliedmaßen)

(LSQ means of claw characteristics at bulls within year of measurement)

		N	DIAG	TH	DWL	Härte Oben	KS	LIMAX
			cm	cm	Cm	Score	Note	Note
Meißen	1996	187	12,4	3,2	7,2	46	3,3	0,8
	1997	233	12,6	3,0	7,1	50	3,2	1,4
	1998	169	12,7	3,1	7,0	49	3,5	2,1
	1999	166	12,6	3,3	6,7	56	4,3	2,7
	2000	127	12,8	3,4	6,8	58	3,7	1,8
	2001	61	13,5	3,3	7,5	52	5,5	3,4
Nord-hsn.	2002	58	12,2	3,6	7,1	60	4,0	2,8
	2003	94	12,1	3,3	7,0	59	4,5	2,9
	2004	142	12,0	3,2	7,1	54	3,2	3,7

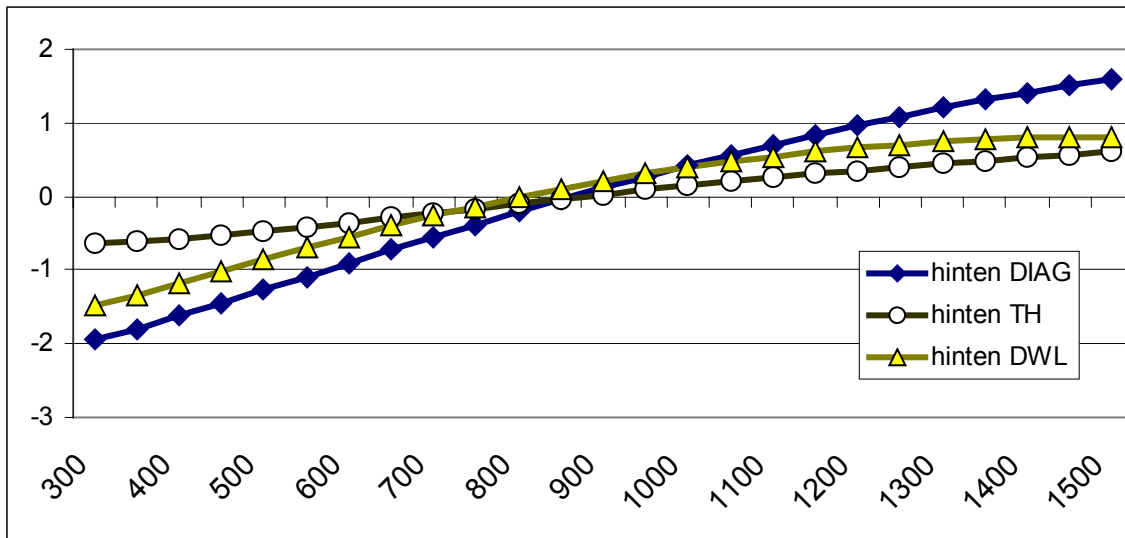


Abb. 3: Altersabhängige Entwicklung ausgewählter Messwerte der hinteren Klauen (Averages of claw characteristics depending of age at rear claws)

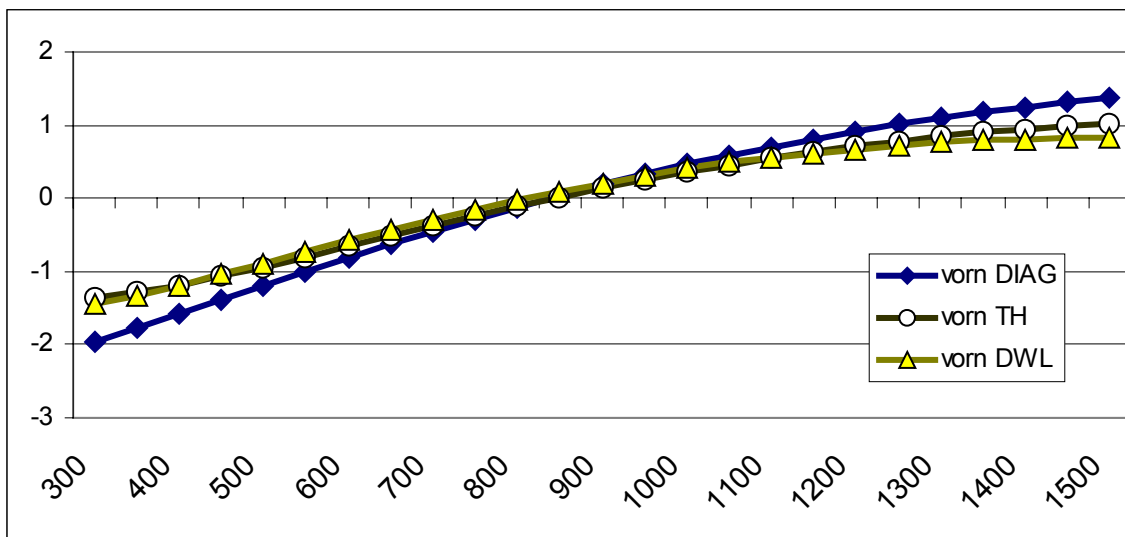


Abb. 4: altersabhängige Entwicklung ausgewählter Messwerte der vorderen Klauen (Averages of claw characteristics depending of age at front claws)

Tabelle 6: LSQ Werte von Klauenmaßen und Bonituren bei Jungkühen nach Messjahr (Hintergliedmaßen)

(LSQ means of claw characteristics at heifers within year of measuring)

Messjahr	N	DIAG	TH	DWL	Härte Oben Score	KS Note	Limax Note
		cm	Cm	Cm			
1998	151	15,7	4,7	8,0	54	3,4	2,4
1999	109	15,8	4,5	8,1	56	4,0	2,6
2000	31	14,9	3,6	8,3	43	2,3	2,3
2001	53	14,2	3,4	8,0	46	3,2	2,4
2002	164	14,2	4,2	8,1	54	3,0	

Tabelle 7: LSQ Werte von Klauenmaßen und Bonituren bei Jungkühen nach Laktationszeitpunkt der Messung (Hintergliedmaßen)

(LSQ means of claw characteristics at heifers within days in lactation rear claws)

Lakt. Tage	N	DIAG cm	TH cm	DWL Cm	Härte Oben Score	KS Note	Limax Note
< 90	149	13,7	4,2	7,6	51	2,4	1,8
91 – 120	134	14,0	4,2	7,8	53	2,7	1,9
121 - 150	101	14,0	4,1	7,9	51	2,6	2,0
151 – 180	97	13,9	4,2	7,8	53	2,4	2,3
181 – 210	77	14,2	4,2	8,0	54	3,1	2,5
> 210	189	14,3	4,2	8,2	52	2,6	2,5

Tabelle 8: LSQ Werte von Klauenmerkmalen(Hinten) bei Prüftöchtern nach Vätern(> 10 Töchter)

(LSQ means of claw characteristics at heifers within sires, rear claws)

Vater Nr.	Töchter	DIAG	TH	DWL	HÄRTE Oben	KS	LIMAX
504244	15	14,8	4,2	7,4	52,4	3,7	3,4
504337	10	15,5	4,0	7,7	43,3	3,6	3,5
840067	21	15,6	4,2	7,6	53,0	3,0	2,3
840073	14	16,1	4,6	7,4	49,5	2,4	2,7
840121	17	15,0	4,3	7,7	48,9	3,2	2,5
840123	12	16,0	4,2	7,9	46,1	4,0	3,4
840129	18	15,4	3,9	7,6	45,4	3,3	3,1
840135	17	15,6	4,0	7,8	50,3	3,0	1,5
840138	23	14,8	3,9	7,2	53,0	4,0	3,4
840299	10	14,0	4,5	8,1	56,3		
840301	11	14,0	4,5	8,1	54,4		
840309	11	13,4	4,5	8,0	52,3		
840310	11	14,0	4,4	8,3	58,6		

Tabelle 9: Phänotypische Korrelationen zwischen Klauenmerkmalen bei Prüfbullen (Oberhalb der Diagonale = vorn; Unterhalb Diagonale = hinten ; Diagonale vorn : hinten)

(Phentotypical correlation coefficients between claw characteristics at young bulls,)

	DIAG	TH	DWL	Härte Mitte	Härte Oben	KS	Limax
DIAG	0,67**	0,13**	0,55**	-0,01	-0,08**	0,09	0,17**
TH	0,18**	0,44**	0,39**	0,03	0,04	0,07**	0,11**
DWL	0,67**	0,37**	0,65**	0,07*	-0,10**	0,06	-0,03
Härte Mitte	0,01	-0,03	0,06	0,41**	0,50**	-0,07*	-0,06
Härte Oben	-0,10**	0,10**	- 0,08*	0,47**	0,42**	-0,10**	-0,04
KS	0,22**	0,06*	0,06*	-0,02	-0,06*	0,48**	0,39**
Limax	0,26**	0,11**	-0,03	-0,05	-0,05	0,44**	0,59**

Tabelle 10: Phänotypische Korrelationen zwischen Klauenmerkmalen bei Prüfbullen-töchtern (Oberhalb der Diagonale = vorn; Unterhalb der Diagonale = hinten; Diagonale vorn : hinten)

(Phenotypical correlation coefficients between claw characteristics at heifers)

	DIAG	TH	DWL	Härte Mitte	Härte Oben	KS	Limax
DIAG	0,70**	0,11**	0,46**	0,53**	- 0,23**	0,01	0,11**
TH	0,10*	0,37**	0,11**	0,05	0,11	0,05	-0,07
DWL	0,38**	0,22**	0,43**	- 0,03	0,08	0,04	- 0,04
Härte Mitte	0,39**	0,01	-0,09	0,81**	0,12*	0,10	0,05
Härte Oben	-0,31**	-0,04	-0,01	-0,01	0,50**	0,08	0,14**
KS	0,18**	-0,17**	0,09	0,10	-0,05	0,56**	0,30**
Limax	0,20**	-0,09	-0,10	0,08	-0,20**	0,38**	0,55**

Tabelle 11: Heritabilitätswerte und genetische Standardabweichungen ausgewählter Klauenmaße und Bonituren bei ELP Bullen der Rasse Deutsches Holstein

(Heritability and genetic variation of claw characteristics at young bulls)

Merkmale		Vordergliedmaßen			Hintergliedmaßen		
		h ² *	h ² **	Sg*	h ² *	h ² **	Sg
Dorsalwandlänge	cm	0,28	0,28	0,27	0,17	0,19	0,21
Trachtenhöhe	cm	0,19	0,17	0,23	0,20	0,19	0,22
Trachtenwandlänge	cm	0,10	0,09	0,17	0,12	0,11	0,18
Diagonale	cm	0,38	0,42	0,40	0,31	0,35	0,33
Klauenhornhärte Oben	Score	0,02	0,02	1,41	0,12	0,12	3,40
Winkelung	Grad	0,11	0,11	3,96	0,11	0,10	1,25
Klauenschluss	Note	0,38	0,38	1,16	0,27	0,27	1,01
Limax	Note	0,18	0,23	0,54	0,31	0,32	0,85
Winkelung Sprunggelenk	Note				0,21	0,20	0,59
Winkelung Fessel	Note				0,19	0,18	0,57

*Einmerkmalsmodell ** Mehrmerkmalsmodell

Tabelle 12 : Heritabilitäten und genetische Standardabweichungen für Klauenmerkmale bei Prüftöchtern

(Heritability and genetic variation of claw characteristics at heifers)

Merkmale	Vordergliedmaßen		Hintergliedmaßen	
	h ²	Sg	h ²	Sg
Dorsalwandlänge	0,16	0,24	0,21	0,34
Diagonale	0,48	0,58		
Trachtenhöhe	0,11	0,20	0,05	0,12
Trachtenwandlänge	0,18	0,26	0,13	0,20
Klauenhornhärte Oben	0,37	5,10	0,25	4,30

Tabelle 13: Genetische Korrelationen zwischen Klauenmerkmalen bei Prüfbullen
(Oberhalb der Diagonale = vorn; Unterhalb der Diagonale = hinten; Diagonale vorn :
hinten)

(Genetic correlation between claw characteristics at young bulls)

	DIAG	TH	DWL	HÄRTE Oben	KS	LIMAX
DIAG	0,86	0,25	0,85	-0,67	0,11	0,40
TH	0,23	0,87	0,31	n. b.	0,18	0,16
DWL	0,47	-0,10	0,86	-0,21	0,02	0,17
HÄRTE Oben	-0,55	0,21	-0,28	0,66	0,31	-0,43
KS	0,28	0,18	0,02	-0,14	0,48	0,61
LIMAX	0,40	0,37	0,16	-0,45	0,86	0,86