

# **THESEN DISSERTATION**

**UNIVERSITÄT KAPOSVÁR (HUN)**

**FAKULTÄT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT**

Institut für Tierzuchtwissenschaften

Leiter des Ph.D. Programm

**Dr. Kovács Melinda**

Korrespondierendes Mitglied der ungarischen Akademie der  
Wissenschaften

Themenführung:

**Prof. Dr. Stefler József CSc**

**Dr. Bergfeld Uwe PhD**

**ANALYSE DER GENETISCHEN BEZIEHUNGEN  
ZWISCHEN MERKMALEN DER  
EIGENLEISTUNGSPRÜFUNG VON JUNGBULLEN UND  
DER NACHKOMMENSCHAFTSPRÜFUNG  
BEIM DEUTSCHEN HOLSTEIN**

Autor:

**KARSTEN ULBRICHT**

KAPOSVÁR, 2015

# 1. Hintergrund der Forschung und Zielstellung

Die deutsche Holsteinzucht ist gegenwärtig gekennzeichnet durch eine hohe genetische Veranlagung in der Milchleistung, gekoppelt mit einem unzureichenden Zuchtfortschritt im funktionalen Bereich. Der zu hohe Umfang an krankheitsbedingten Tierabgängen, Erlösverluste durch Defizite in der Funktionalität der Tiere sowie steigender Faktoreinsatz für die Tiergesundheit beeinträchtigen chronisch die Rentabilität der Milchwirtschaft in den Betrieben. Daraus haben sich in der Gegenwart die notwendigen züchterischen Schwerpunkte in den Zuchtprogrammen für die Milchrindzucht ausgerichtet, u.a. auf die Verbesserung der unzureichenden Reife der Tiere im Körperbau zur Erstabkalbung, Minderung der körperlichen Defizite *post partum*, Verbesserung der Robustheit und Widerstandsfähigkeit während der Laktation, Minderung der Mobilitätsdefizite, Korrektur der negative Tendenzen in der Herdenfruchtbarkeit, Minderung der Leistungsdepression durch Stoffwechselerkrankungen und die allgemeine Verbesserung von Tiergesundheit und Tierwohl.

Praxiserfahrungen unterstreichen, dass mindere Qualitäten der Zuchttiere im Körperbau und im Fundament die entscheidenden Ursachen für geringere Tierleistungen und gleichzeitig ausschlaggebend sind, dass Erstkalbinnen den steigenden Anforderungen in der Produktion nicht genügen. Die rasante Implementierung der genomischen Zuchtwertschätzung in der Holsteinzucht in den vergangenen Jahren verdeutlicht dabei in vielversprechenden Ansätzen die Möglichkeiten auf eine schnellere Verbesserung der funktionalen Merkmale in den Herden hinzuwirken. Doch wurden in den letzten Jahren, durch die rigorose

Betonung der genomischen Zuchtwerte in der Selektion von Zuchttieren, die Phänotypen der Besamungsbullen vernachlässigt. Trotz der Beachtung der Phänotypen (Bullen ca. 5% der europäischen Lernstichprobe) in der Kopplungsanalyse im Rahmen der genomischen Zuchtwertschätzung, sind in der Gegenwart die züchterischen Erfolge im funktionalen Bereich der Milchviehherden verhalten. Die Ursachen dafür liegen u.a. bekanntermaßen in der stetig steigenden Milchleistungsveranlagung und möglicherweise in der Betonung der genomischen Zuchtwerte in der Zuchttierselektion.

Die rigorose Implementierung der genombasierten Selektion bei Besamungsbullen und bei den Bullenmüttern in den letzten Jahren führte zur Abstufung der Wertigkeit von Phänotypen in der Selektion. Dabei präsentieren die Phänotypen unter den vorhandenen hohen Standards der Umweltbedingungen ein gutes Abbild der genetischen Veranlagung sowie der Interaktion Genotyp und Umwelt (Stabilität Immunsystem, Anfälligkeit gegenüber Erkrankungen).

Unter den gegenwärtig gegebenen Bedingungen der zunehmenden Selektion nach genomischen Zuchtwerten würde es deshalb es sehr wichtig erscheinen, wenn wissenschaftlich belastbare genetische Korrelationen zwischen den phänotypischen Leistungsparametern von Besamungsbullen und den Produktionsmerkmalen ihrer Töchter dargestellt werden könnten. Von Vorteil wäre auch, die Bedeutung der Phänotypen in der Zuchttierselektion, unter den Bedingungen der genombasierten Zuchtstrategien zu hinterfragen.

Gestützt auf diese Fragestellungen wurden Daten der Aufzuchtparameter von HF-Besamungsbullen im Körperbau und Fundament, die über viele Jahre hinweg in einer deutschen Bullenaufzuchtstation (Meißen-Korbitz der MASTERRIND GmbH)

erfasst wurden, sowie die entsprechenden Leistungsdaten in der Produktion (Milchleistung, Fruchtbarkeit, Körperbau, Tiergesundheit) der Bullentöchter analysiert.

Zielstellung der präsentierten Studie ist es Ansätze zu untersuchen zur positiven Gestaltung funktionaler Merkmale in leistungsstarken Milchviehherden. Des Weiteren soll der züchterische Stellenwert von Phänotypen in der Bullenselektion unter den Bedingungen der genombasierten Zuchtstrategien herausgearbeitet werden. Dabei soll auch auf aktuelle Themen der gesellschaftlichen Ansprüche und Forderungen an eine nachhaltige Nutztierzucht eingegangen werden. Im Vordergrund stehen dabei die Kausalitäten zu den leistungsmindernden Faktoren, zum Tierwohl und zur Tiergesundheit. Folgende Schwerpunkte werden in der präsentierten

Untersuchung verfolgt:

1. Züchterische Ansätze zur Verbesserung funktionaler Eigenschaften sowie den tierhygienischen Status in den Herden
2. Züchterische Ansätze zur Konsolidierung hoher Milchleistungen in den Milchviehbeständen
3. Züchterische Ansätze zur Minimierung des Risikos an Mobilitätsdefizite in den Kuhbeständen
4. Empfehlungen für die Praxis zur positiven Beeinflussung funktionaler Eigenschaften der Tiere in den Herden

## **2. Material und Methoden**

In die Analyse wurden die phänotypischen Aufzuchtparameter von 1626 Besamungsbullen sowie die Leistungsdaten der Bullentöchter (n= 175.603) und deren Vergleichstiere (n= 355.214) der Prüfkohorten aus der Leistungsprüfung im Feld berücksichtigt. Die geprüften Aufzuchtparameter der Besamungsbullen stammen aus der ehemaligen zentralen Eigenleistungsprüfstation Meißen-Korbitz (MASTERRIND GmbH, Deutschland). Die Leistungsdaten der Nachkommenschaft kamen aus 533 regionalen Milchviehbetrieben Sachsens. Um eine gewisse Sicherheit in den Aussagen zu erzielen, wurde in der Bullenauswahl eine Mindestanzahl von 25 Töchtern zu Grunde gelegt. Des Weiteren wurde die Anzahl der Töchter begrenzt durch die Beschränkung des Besamungseinsatzes der Bullen auf ein Jahr nach Beginn des Testeinsatzes in den Herden. Die zur Analyse herausgefilterten Tiere stammen aus der Holstein Population des regionalen Zuchtverbandes (SRV e.G., Sächsischer Rinderzuchtverband) im Berichtszeitraum zwischen 1995 und 2008.

### **2.1 Datenmaterial**

#### Aufzuchtparameter der Besamungsbullen

Von 52 geprüften Leistungsparametern von potenziellen Besamungsbullenanwärtern aus der zentralen Aufzuchtstation wurden 24 Phänotypen für diese Dissertation ausgewählt. Im Mittelpunkt der Analyse standen die Hauptparameter im Körperbau sowie im Fundament. Für die Präsentation der Forschungsergebnisse wurde wiederum der

Schwerpunkt auf die Parameter der Zuchttauglichkeitsprüfung (Körung) der Jungbullen gelegt. Dieser Schwerpunkt wurde gewählt, da direkt im Anschluss nach der Prüfung auf Zuchteignung der Besamungseinsatz der Jungbullen in den Herden erfolgte. Folgende 13 Phänotypen im Körperbau und Fundament wurden berücksichtigt:

Die geprüften phänotypischen Parameter im Körperbau waren **Kreuzbeinhöhe**, **Brusttiefe**, **Beckenbreite**, **Milchtyp** (Punkte 65 bis 100), Gesamtbewertung **Körper** (Punkte 65 bis 100) und **Bemuskelung** (rassespezifische Bewertung der Muskelmasse, Note 1 *sehr gering* bis 9 *sehr stark*) und im Fundament waren es die Parameter **Diagonalenlänge** (Klauenmaß, mm), **Trachtenhöhe** (Klauenmerkmal, Note 1 *sehr gering* bis 9 *sehr hoch*), **Klauenschluss** (Klauenmerkmal, Note 1 *sehr eng* bis 9 *extrem offen*), **Fesselung** (Gliedermaßen, Winkelung Fesselgelenk, Note 1 *stark durchgetreten* bis 9 *extrem steil*), **Hinterbeinwinkelung** (Note 1 *stark gewinkelt* bis 9 *extrem steil*), **Hinterbeinstellung** (Note 1 *kuhhessig* bis 9 *parallel*) und Gesamtbeurteilung **Fundament** (Punkte 65 bis 100).

#### Leistungsdaten der Nachkommenschaftsprüfung

Aus der Nachkommenschaftsprüfung im Feld wurden die Leistungsparameter aus den Produktionsbereichen Milchleistung, Fruchtbarkeit, Körperbau, Fundament und Tiergesundheit in die Analyse eingearbeitet. Ergänzend wurden aus dem *Testherdensystem Sachsen* Krankheitsdiagnosen (Krankentage) der Bullentöchter der ersten Laktation (n= 21.841) in die Untersuchung eingebunden. Die Parameter der Tiergesundheit waren **Mastitis**, **Laminitis**, **Mortellaro** (*Dermatitis Digitalis*), **Panaritium** (*Interdigital Phlegmona Dermatitis*), **Endometritis** und **Zyklusstörung**.

## Abstammungsdaten

In der genetischen Analyse wurden die Abstammungsdaten von 538.956 Tieren in den zurückliegenden Generationen berücksichtigt. Auf Grund der eingegrenzten Rechenkapazitäten und der Größe der Gleichungssysteme wurden die Abstammungsdaten auf 3 Generationen limitiert. Die Vollständigkeit der Abstammungsdatei lag bei ca. 90%. Der mittlere Inzuchtkoeffizient wurde mit 1,89% ausgewiesen.

## **2.2 Software**

Die deskriptive Statistik des Datenmaterials erfolgte mit dem Programm SPSS 19. Die Prüfung der Umweltfaktoren erfolgte mit der SPSS 19 Prozedur *Faktorenanalyse* sowie für die Variablen mit der Prozedur *Kurvenanpassung* zur Ermittlung der Regressionsfunktion der Variablen. Die Modellerstellung erfolgte auf der Basis der Signifikanz (T-test) der Faktoren sowie nach der Anpassungsgüte ( $R^2$ ) der möglichen Regressionsfunktion der Variablen. Die Schätzung der genetischen Populationsparameter im gemischten linearen Tiermodell erfolgte univariat und bivariat mittels des Programms VCE 6.0.

## **2.3 Methodik**

Die Hauptmethodik der Analyse basiert auf der Schätzung direkter genetischer Beziehungen zwischen den einzelnen phänotypisch geprüften Aufzuchtmerkmalen von Besamungsbullen sowie der phänotypisch geprüften Leistungsmerkmalen der Bullentöchter. Die Gesamtdatenmatrix (Merkmalsausprägungen, Faktoren, Variablen, Abstammung) bildete die Basis der genetischen Parameterschätzungen für die Population.

Aus der univariaten Schätzung (Ein-Merkmalmodell) wurde die Heritabilität ( $h^2$ ) und deren Schätzfehler ( $h^2 \text{ se}$ ) in der Analyse genutzt. Insbesondere zur höheren Sicherheit der Heritabilitäten wurden die Bullentöchter ( $n= 175.603$ ) sowie die Vergleichstiere ( $n= 355.214$ ) der Prüfkohorte in die Untersuchung integriert. Die geschätzten Heritabilitäten ( $h^2$ ) repräsentieren dabei den züchterisch nutzbaren Anteil der Variation eines Merkmales der betrachteten regionalen Population. In der univariaten Schätzung wurden alle selektierten Tiere, die im jeweiligen Parameter geprüft wurden, eingebunden.

Aus der bivariaten Schätzung (Zwei-Merkmalmodell; Merkmal  $X$  *Bulle* und Merkmal  $Y$  *Tochter*) wurden die Ergebnisse Heritabilität ( $h^2$ ), Schätzfehler der Heritabilität ( $h^2 \text{ se}$ ), genetische Korrelationen ( $r_g$ ) und Schätzfehler der genetischen Korrelationen ( $r_g \text{ se}$ ) für die Diskussion herangezogen. Die Höhe der Schätzergebnisse im bivariaten Rechnerlauf (genetische Korrelation,  $r_g$ ), die dazugehörige Höhe des Schätzfehlers (Rest Effekte;  $r_g \text{ se}$ ) sowie der Status der VCE-Berechnung (nur Status 1, Verteilung der Varianz in Additive-, Umwelt-, Restvarianz abgeschlossen), waren Basis der Diskussion über mögliche nutzbare Effekte. Die genetischen Korrelationen ( $r_g$ ) ergaben sich aus der additivgenetischen Kovarianz zweier Merkmale (KOV) und deren additiv-genetischer Varianzen: ( $r_g = KOV / (\sigma_X * \sigma_Y)$ ).

## 2.4 Modelle

Für die Vorbereitung der Schätzung der genetischen Parameter wurden eine generelle Modelldiskussion und eine entsprechende Modellerstellung für die Aufzuchtparameter der Besamungsbullen sowie für die Nachkommenschaft durchgeführt. Die Datenmenge der



Gesamtstudie, die vorhanden Rechenkapazitäten und der Umfang des Gleichungssystems in der Gesamtmatrix schränkten dabei die Modellwahl für die Schätzung der genetischen Populationsparameter mit VCE ein. Angelehnt an das gemischte lineare Tiermodell erfolgte eine Modellierung für die betrachteten Leistungsparameter. Verwendet wurden gemischte Tiermodelle, da der Einfluss fixer und zufälliger Effekte auf ein kontinuierliches Merkmal gleichzeitig in einem Modell betrachtet werden kann und die systematisierbaren Umwelteinflüsse als fix und die Tiere als zufällig angesehen werden können. Nachfolgende Formel beschreibt das Grundmodell mit folgendem Inhalt:

$$y = X\beta + Zu + e$$

- mit:  $y$  = Vektor der phänotypischen Leistungen  
 $\beta$  =  $p \times 1$  Vektor der unbekannt, zu schätzenden fixen Effekte  
 $u$  =  $q \times 1$  Vektor der unbekannt, zu schätzenden zufälligen Effekte  
 $e$  =  $n \times 1$  Vektor der unbekannt, zufälligen Resteffekte  
 $X$  = bekannte  $n \times p$  Versuchsplanmatrix der festen Effekte  
 $Z$  = bekannte  $n \times q$  Versuchsplanmatrix der fixen und zufälligen Effekte

Die Modellerstellung erfolgte auf der Basis einer Prüfung der Faktoren mit SPSS 19.0 (SPSS-Faktorenanalyse) sowie einer Ermittlung der Regressionsfunktion der Kovariablen (SPSS-Kurvenanpassung). Dabei waren die Signifikanz der Faktoren sowie das Maß der Anpassungsgüte ( $R^2$ ) der möglichen Regressionsfunktion entscheidend für den Aufbau der einzelnen Modelle.

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1 Züchterische Ansätze zur Verbesserung funktionaler Eigenschaften sowie den tierhygienischen Status in den Herden**

Die genetischen Beziehungen zu den Töchtermerkmalen verdeutlichen, dass eine zielgerichtete Aufzucht und deren Nutzung für die Selektion nach phänotypischen Parametern von vorselektierten HF-Besamungsbullen auch unter den Bedingungen der genomischen Zuchtwertschätzung ihre Bedeutung nicht verlieren. Primär sind die Beachtung der Tiergesundheit, Vitalität und Immunstabilität von potenziellen Jungbullen von züchterischer Bedeutung, da die sich bestimmend in den Phänotypen widerspiegeln. Von Bedeutung ist das deshalb, da hier schon die genetischen Ursachen für Probleme in der Kälber- und Jungtieraufzucht (Atemwegserkrankungen, Durchfall, Robustheit, Widerstandsfähigkeit) beeinflusst werden können. Da diese Kausalität wiederum eng in Verbindung steht mit der täglichen Futteraufnahme, Gewichtszunahmen und deren Folgen auf die Laktationsleistungen, ist die Überwachung der Tiergesundheit und die Selektion nach Defiziten bei den Aufzuchtparametern von Jungbullen ein bedeutender Ansatz. Die Komplexmerkmale *KÖRPER* und *FUNDAMENT* der Bullen zur Zuchtreife würden sich dazu gut eignen, da sie Information über Entwicklungsstand, Tiergesundheit und Umweltstabilität beinhalten. Dementsprechend würde sich auch eine zunehmende Bewegungsfreiheit der Tiere in der Aufzucht als günstig erweisen hinsichtlich der Vitalität und der Ausprägung der rassespezifischen Muskulatur. Da der Muskelaufbau von Tieren eng mit der Bewegung verbunden ist und die *BEMUSKELUNG* gut übertragbar

( $h^2 = 0,38$ ) auf die Muskulatur der Töchter ist, könnten über die Gestaltung der Haltung der Bullenaufzucht positive Effekte in der Kälber- und Jungtieraufzucht und in der Ersten Laktation der Töchter über die Robustheit und Widerstandsfähigkeit (Stärke  $r_{g=}$  0,54; Körpertiefe  $r_{g=}$  0,40; BCS  $r_{g=}$  0,37) erzielt werden.

Bekräftigt werden diese Resultate, da von der Qualität der Parameter in der Aufzucht von Besamungsbullen gut auf die Qualität korrespondierender Parameter der Töchter in der 1. Laktation im Körperbau ( $r_{g=}$  0,40 bis 0,90) und im Fundament ( $r_{g=}$  0,38 bis 0,65) geschlossen werden kann. Entscheidend in den Körpermerkmalen, so die Ergebnisse, sind die Aufzuchtparameter *Tägliche Futteraufnahme*, *Tägliche Gewichtzunahme* und die genetische Veranlagung für den rassespezifischen *Milchtyp* und die gleichfalls rassetypische *Bemuskelung* für die Entwicklung und Merkmalsproportionen von Jungrindern. Durch die ähnliche Entwicklung weiblicher und männlicher Jungrinder bis zur Geschlechtsreife, sind daher eine gezielte Jungtierentwicklung in Tiergröße, Körperrahmen, Lebendgewicht und Bemuskelung gut übertragbar.

Die Nutzung der Varianz in den Aufzuchtparametern *MILCHTYP* und *BEMUSKELUNG* im Exterieur von Besamungsbullen kann züchterisch gleichfalls interessant sein. Die vorliegenden Ergebnisse verdeutlichen, dass mit zunehmendem Milchtyp der Besamungsbullen die Milchleistung ( $r_{g=}$  0,46), der Milchtyp ( $r_{g=}$  0,25) und der Milchcharakter ( $r_{g=}$  0,25) der Bullentöchter verbessert, aber tendenziell sich die Stärke ( $r_{g=}$  -0,51), Körpertiefe ( $r_{g=}$  -0,40), BCS ( $r_{g=}$  -0,31) und folglich auch die Bemuskelung verringert (Milchtyp-Bemuskelung,  $r_{g=}$  -0,21). Steigende Tendenzen beim Milchtyp der Besamungsbullen bei parallel verlaufender höherer genetischen Veranlagung in der Milchleistung und dem

Milchcharakter in den Herden, würden negative Effekte auf die gegenwärtige Tiergesundheit in den Herden bewirken. So würde die Stoffwechselstabilität der Töchter *post partum* durch die notwendigen, aber nicht vorhandenen Reserven (Futteraufnahme, BSC, Gewicht zur Kalbung, Bemuskelung) zunehmend in Frage gestellt. Folglich können die Jungkühe diese Stresssituation nicht kompensieren und es steigt dadurch die Wahrscheinlichkeit der subklinischen und klinischen Beeinträchtigung der Tiergesundheit. In der Praxis sind u.a. Azidosen, Ketosen, Erkrankungen der oberen Luftwege, Labmagenverlagerung, Milchzellzahl und auch, wie in der vorliegenden Studie bestätigt, die Laminitis Erkrankungen (Milchtyp  $\text{Bulle}$  (Score 65-100) - Laminitis  $\text{Töchter}$ ,  $r_g = 0,34$ ; Milchtyp  $\text{Bulle}$  (Skala 1-9) - Laminitis  $\text{Töchter}$ ,  $r_g = 0,71$ ) bei Erstkalbinnen im zunehmenden Maße zu verzeichnen. Eine Beachtung der Bemuskelung der Jungkühe, so zeigen es die Ergebnisse, würde nicht nur Gesundheitsrisiken (über negative Energiebilanz im Stoffwechsel) entgegenwirken, sie würde auch eine Voraussetzung darstellen für die weitere körperliche Entwicklung und Reife der Tiere von der Ersten zur Zweiten Laktation.

**Tabelle 1:** Zusammenfassung Ergebnisse der VCE Schätzung zwischen den phänotypischen Aufzuchtmerkmalen von Besamungsbullen und den Produktionsmerkmalen der Bullentöchter (genetischen Korrelationen  $r_g$ , gerichtete Varianz der Merkmalsausprägung)

		BULLENMERKMALE					
		KÖRPERGRÖSSE <i>klein- groß</i>	BECKENBREITE <i>schmal- breit</i>	KÖRPER <i>schlecht- sehr gut</i>	MILCHTYP <i>mastig - extrem dairy</i>	BEMUSKELUNG <i>wenig- stark</i>	LEBENDGEWICHT <i>gering- sehr hoch</i>
PARAMETER NACHKOMMENSCHAFT	Körpergröße	0,90					
	Körperstärke	0,46			-0,51	0,54	0,12
	Körpertiefe				-0,40	0,40	0,20
	BCS	-0,22			-0,21	0,37	0,29
	Milchtyp	0,41	-0,12		0,25	-0,14	
	Gesamteinstufung	0,60	0,34	0,21	0,55	0,15	
	Kalbeverlauf	0,11			0,12	0,11	0,17
	Endometritis		-0,36	-0,42		0,31	
	Laminitis			-0,13	0,71		
	Rastzeit	0,19		-0,45			
	Zyklusaktivität				-0,34	0,39	

Da der *MILCHTYP* ein Garant für die Milchleistung darstellt (Milchtyp<sub>Bulle</sub> (Score 65-100) - Milchmenge<sub>Töchter</sub>,  $r_g = 0,35$ ; Milchtyp<sub>Bulle</sub> (Skala 1-9) - Milchmenge<sub>Töchter</sub>,  $r_g = 0,73$ ) und die damit korrelierenden leistungsdepressiven Faktoren der Jungkühe zunehmen, ist in der Anpaarung mit *MILCHTYP* und *BEMUSKELUNG* der Besamungsbullen gezielt und strategisch umzugehen. Erstbesamungsgewicht (nicht unter

400kg) und Erstbesamungsalter (nicht unter 16 Monaten) sollten bei Töchtern mit hohem Milchtyp ausgerichtet sein auf genügend Körperkondition zur Erstabkalbung. Gute Bemuskellung der Besamungsbullen würde so bei den künftigen Töchtern Effekte in der Stärke, BCS und Beckenbreite mit sich bringen, die zur Robustheit und Widerstandsfähigkeit in der Phase *post partum* der Jungrinder beitragen.

Effekte einer guten Bemuskellung und bei einer gleichzeitig möglichen Beibehaltung und geringen Minderung des Milchcharakters der Töchter, würden weiterhin die Zwischentragezeiten über eine verbesserte Zyklusaktivität (Bemuskellung<sub>Bulle</sub> - Zyklusinaktivität<sub>Töchter</sub>,  $r_{g=}$  -0,39) beitragen (Hormonausschüttung, Follikelreifungsphase, Brunst, Gelbkörperphase) und folglich auch positive Effekte auf die effektive Nutzungsdauer der Tiere bewirken.

Eine Steigerung der Bemuskellung von zukünftigen Nachkommen würde aber nur in einem gewissen Rahmen einen gewünschten Erfolg verzeichnen. Höhere Futteraufnahme und Prüftagszunahme bei Jungbullen beinhaltet die Gefahr des zunehmenden BCS (Bemuskellung, Verfettung bei geringerem Milchtyp) der Bullen, deren Auswirkungen sich in zunehmenden Geburtsproblemen ( $r_{g=}$  0,11), steigender Totgeburtenrate ( $r_{g=}$  0,17) und zunehmendem tierärztlicher Aufwand durch Verletzung der Geburtswege von Jungkühen (Bemuskellung<sub>Bulle</sub> - Endometritis<sub>Töchter</sub>,  $r_{g=}$  0,31) zeigen.

Die Bullenmerkmale *Kreuzbeinhöhe*, *Beckenbreite*, *Milchtyp* und *Fundament* besitzen ebenfalls einen gewichtigen Bezug zur Gesamteinstufung der Nachkommen ( $r_{g=}$  0,34 bis 0,60). Eine künftige Berücksichtigung dieser Bullenparameter würde auch Vorteile im Nutztierverkauf mit sich bringen.

### 3.2 Züchterische Ansätze zur Konsolidierung hoher Milchleistungen in den Milchviehbeständen

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen, dass größere kompakter entwickelte Jungkühe mit rassespezifischem Milchtyp höhere Milchmengen in der ersten Laktation aufweisen, mit entsprechenden niedrigeren Milchinhaltsstoffen. Dabei konnten in der Nutzung der Informationen der Bullenmerkmale *Kreuzbeinhöhe*, *Brusttiefe*, *Beckenbreite*, *Körper*, *Milchtyp* und *Bemuskelung* positive Effekte auf die Milchleistung aufgezeigt werden. Weiterführende Ergebnisse der Gesamtstudie der Exterieurmerkmale in der Aufzucht von Besamungsbullen (Tab.2) bestätigen in vieler Hinsicht den genetischen Bezug zur Milchleistung der Töchter in den Laktationen.

**Tabelle 2:** Genetische Korrelationen ( $r_g$ ) zwischen den Aufzuchtparametern von HF-Besamungsbullen und der Milchleistung (abgeschlossene Laktation) der Nachkommenschaft

Aufzuchtmerkmale Besamungsbullen	Milchmenge <b>1.-3.Laktation</b> $r_g$ ( $r_g$ se)	Milchmenge 1.Laktation $r_g$ ( $r_g$ se)	Milchmenge 2.Laktation $r_g$ ( $r_g$ se)	Milchmenge 3. Laktation $r_g$ ( $r_g$ se)
Kreuzbeinhöhe	0,11 (0,08)	0,15 (0,16)	0,28 (0,19)	0,47 (0,23)
Brusttiefe	0,03 (0,12)	-0,08 (0,13)	0,28 (0,23)	0,40 (0,18)
Beckenbreite	0,04 (0,07)	0,32 (0,18)	0,25 (0,13)	0,19 (0,44)
Körper (65-88)	0,70 (0,16)	0,70 (0,12)	0,47 (0,23)	0,63 (0,40)
Milchtyp (65-88)	0,46 (0,19)	0,11 (0,10)	0,40 (0,26)	0,70 (0,38)
Bemuskelung (1-9)	0,38 (0,12)	0,55 (0,10)	0,28 (0,21)	0,30 (0,33)

Aber auch der Bezug der steigenden Funktionalität im Körperbau auf die Milchleistung in den nachfolgenden Laktationen zeigt wertvolle Information auf, die zur Steigerung und Konsolidierung der Milchleistungen über die Aufzuchtmerkmale von Besamungsbullen in

den künftigen Herden beitragen können. Folglich kann eine verbesserte Funktionalität im Körperbau zu Beginn der Laktation den leistungsdepressiven Faktoren entgegenwirken und besitzt gleichzeitig Synergieeffekte auf die Milchleistung.

### **3.3 Züchterische Ansätze zur Minimierung des Risikos an Mobilitätsdefizite in den Kuhbeständen**

Die Ergebnisse bestätigen die züchterische Beachtung der *Diagonalenlänge* der Klauen von Besamungsbullen, insbesondere durch die Beziehungen zu den funktionalen Merkmalen und zur Funktionalität des Bewegungsablaufes. Eine Anpaarung mit Bullen mit überdurchschnittlicher Klauenlänge würde negative Effekte (steigende Erkrankungstage) auf die Klauenerkrankungen Laminitis ( $r_{g=}$  0,35) und Mortellaro ( $r_{g=}$  0,23) hervorrufen sowie zu einer Verschlechterung in der Funktionalität des Bewegungsapparates (*Diagonalenlänge* Bulle - Locomotion Töchter,  $r_{g=}$  -0,43) maßgeblich über die beeinflusste Hinterbeinstellung (*Diagonalenlänge* Bulle - Hinterbeinstellung Töchter,  $r_{g=}$  -0,55) und Sprunggelenksqualität (*Diagonalenlänge* Bulle - Sprunggelenksqualität Töchter,  $r_{g=}$  -0,31) beitragen. Eine zunehmende Diagonalenlänge der hinteren Außenklaue der Töchter könnte des Weiteren die schon genetisch determinierte Veränderung der hinteren Außenklauen *post partum* (Wachstumsschub zum Gewichtsausgleich, Stabilität bei Locomotion, Gewichtsverlagerung in die Hinterhand) noch verschärfen. Ebenfalls würde die energetische Unterversorgung im Metabolismus *post partum* die schon vorhandene Anfälligkeit für Laminitis vergrößern. Da sich in den Ergebnissen genetische Effekte zur



Funktionalität in den Bereichen Fundamentgesundheit und Locomotion der Erstlaktierenden gut darstellen, ist die *Diagonalenlänge* von Besamungsbullen ein diskussionswürdiges Leistungsmerkmal.

Die *Trachtenhöhe* der Nachkommenschaft ist ein bestimmendes Teilmerkmal des Leistungsparameters Klauenwinkel, welches in der gegenwärtigen Zuchtwertschätzung integriert ist. Das Bullenmerkmal Trachtenhöhe verweist dementsprechend auf einen relativ hohen genetischen Bezug zu dem Töchtermerkmal Klauenwinkel ( $r_{g=}$  0,49). Eine Beachtung der Trachtenhöhe von Besamungsbullen besitzt einen Bezug auf die Funktionalität der Töchter in der Bewegung (Trachtenhöhe  $_{\text{Bulle}}$  - Locomotion  $_{\text{Töchter}}$ ,  $r_{g=}$  0,22), hervorgerufen durch die Effekte der steileren Hinterbeinwinkelung (Trachtenhöhe  $_{\text{Bulle}}$  - Hinterbeinwinkelung  $_{\text{Töchter}}$ ,  $r_{g=}$  -0,24), festere Fesselung (Trachtenhöhe  $_{\text{Bulle}}$  - Fesselung  $_{\text{Töchter}}$ ,  $r_{g=}$  0,22) und engeren Klauenschluss (Trachtenhöhe  $_{\text{Bulle}}$  - Klauenschluss  $_{\text{Töchter}}$ ,  $r_{g=}$  -0,44). Die Ergebnisse zeigen in den Bullenmerkmalen Trachtenhöhe nutzbare tendenzielle Effekte zur Minderung der Klauenerkrankungen Mortellaro ( $r_{g=}$  -0,19) und Panaritium ( $r_{g=}$  -0,25) der Töchter. Eine Möglichkeit, über eine höhere Trachtenhöhe in den Nachzuchtgruppen die Erkrankung Laminitis zu beeinflussen, waren durch die Höhe des Standardfehlers ( $r_g$  se) nicht eindeutig darstellbar (Trachtenhöhe  $_{\text{Bulle}}$  - Laminitis  $_{\text{Töchter}}$ ,  $r_{g=}$  -0,23/  $r_g$  se= 0,19). Eine züchterische Beeinflussung der Schichtdicke des Puffer-Druckepithels zwischen Klauenbein und Hornschuh über steigender Trachtenhöhe der Klauen zur Minderung der Laminitisanfälligkeit in den Töchtergruppen konnte daher nicht aufgezeigt werden.

**Tabelle 3:** Zusammenfassung der Ergebnisse der VCE- Schätzung zwischen den Fundamentmerkmalen von Besamungsbullen und den funktionalen Produktionsmerkmalen der Bullentöchter (genetischen Korrelationen  $r_g$ , gerichtete Varianz der Merkmalsausprägung)

		BULLENMERKMALE					
		KLAUENSCHLUSS <i>offen- geschlossen</i>	HINTERBEINWINKELUNG <i>gewinkelt- steil</i>	HINTERBEINSTELLUNG <i>hackeneng- parallel</i>	FESSELUNG <i>durchgetreten -steil</i>	DIAGONALE <i>lang- kurz</i>	FUNDAMENT <i>schlecht- sehr gut</i>
PARAMETER BULLENTÖCHTER	Sprunggelenk <i>gefüllt- trocken</i>	0,39		0,48	0,65	0,31	0,32
	Fesselung <i>weich- fest</i>	0,46	0,83	0,25	0,30	0,15	0,44
	Klauenschluss <i>offen- geschlossen</i>	0,65	0,82	0,55	0,39	0,24	
	Locomotion <i>unsicher- sicher</i>	0,26	0,56		0,26	0,43	
	Mastitis <i>day of ill</i>			-0,71		-0,21	
	Mortellaro <i>day of ill</i>	-0,19		-0,61	-0,38	-0,23	
	Panaritium <i>day of ill</i>	-0,43					
	Laminitis <i>day of ill</i>		-0,35	-0,63		-0,35	-0,31

Der züchterische Wert des Aufzuchtmerkmals *Klauenschluss* von Bullen ist durch seine genetischen Korrelationen zu Panaritium ( $r_g = 0,43$ ) und der Sprunggelenksqualität ( $r_g = -0,39$ ) der Töchtererkrankungen eindeutig. Auswirkungen eines zu offenen Klauenschlusses bei Bullen führen auch folglich zur Verschlechterung des harmonischen Bewegungsablaufes (Locomotion,  $r_g = -0,26$ ) sowie zu minderen Qualitäten in der Gesamtbewertung Fundamente ( $r_g = -0,24$ ) in den

Töchtergruppen. Durch seine moderate Heritabilitäten in der Jungtieraufzucht ( $h^2 = 0,21$  bis  $0,35$ ) sowie durch den hohen genetischen Bezug zwischen den identischen Merkmalen von Vater und Tochter ( $r_g = 0,65$ ), stellt sich der Klauenschluss von Besamungsbullen als einflussreich auf die Fundamentgesundheit der Töchter dar. Aus züchterischer Sicht, hinsichtlich Tiergesundheit und Tierwohl der Viehbestände, muss bei tendenziellen Spreizklauen in der Vorselektion von Jungbullen und in der Auswahl von Besamungsbullen zum Besamungseinsatz ein rigoroses Zuchtverbot der männlichen Tiere vollzogen werden.

*Hinterbeinwinkelung* und *Hinterbeinstellung* sind bestimmende Faktoren in der Bewegung der Tiere und zeigen bei Defiziten und Fehlstellungen deutliche Beziehungen zur Tiergesundheit, zum Tierwohl, zum Mechanismus des Bewegungsablaufes und zur Gesamtbewertung der Fundamente in den Töchtergruppen. Die Ergebnisse verdeutlichen einen engen Zusammenhang der Merkmale zwischen Vater und seinen Töchtern (Hinterbeinwinkelung,  $r_g = 0,38$ ; Hinterbeinstellung,  $r_g = 0,61$ ). Qualitätsdefizite der Hintergliedmaßen und in den Bewegungsgelenken in den Herden sind damit gezielt durch die Bullenauswahl zu beeinflussen. Dabei, so zeigen es Praxiserfahrungen, ist eine Einengung der Varianz in eine spezifische Spannbreite der Hinterbeinstellung und -winkelung bei den Nachkommen in Abhängigkeit von den Haltungs- und Flursystemen notwendig. Über die Bullenselektion nach diesen Parametern sind weiterhin nutzbare Effekte zur Verringerung der Laminitis möglich. Mit steilerer Hinterbeinwinkelung und zunehmender Parallelität in der Hinterbeinstellung kann folglich, über eine gezielte Gestaltung der Hintergliedmaßen, die Druckverteilung auf die Klauenpaare gleichmäßiger gestaltet und eine Verminderung der Belastungs-Reihe (Laminitis) erzielt werden. Eine geeignete Auswahl an Bullen würde auch

verbesserte tiergesundheitliche Effekte (Tierwohl) hinsichtlich Schmerzen und Entzündung der Bewegungsgelenke mit sich bringen.

Die *Fesselung* war in der Aufzucht von Jungbullen und späteren Besamungsbullen ein optionales Leistungsmerkmal. Das Merkmal wurde in der Teststation geprüft um auf Defizite im Bereich Winkelung und Festigkeit der Hinterbein-Fesselung in den Herden zu reagieren. Die Praxis zeigt dabei, dass schlechte Qualitäten in der Fesselung, unter Laufstallhaltung zu einer geminderten Funktionsweise im Bewegungsablauf führen und diese Defizite sich mit steigender Laktation zum primären Abgangsgrund für diese Tiere entwickelt. Deutlich bilden sich die genetischen Effekte zwischen dem Bullenmerkmal Fesselung und dem Klauenschluss der Töchter ab ( $r_{g=}$  0,39) ab. Genetisch bedingte Defizite in der Fesselung (zunehmende Winkelung, geringe Festigkeit) bei Besamungsbullen bewirken in den künftigen Nachzuchten eine Verschlechterung im Klauenschluss (Spreizklaue). Beim Einsatz von Besamungsbullen mit Defiziten in der Fesselung würden ebenfalls die Qualitäten im Sprunggelenk ( $r_{g=}$  0,65) sowie die Gesamtbewertung Fundament ( $r_{g=}$  0,46) verschlechtern. Dies würde nicht nur eine generelle Verschlechterung des Fundamentes bewirken sondern auch eine starke Wirkung auf den Gesundheitszustand der Bewegungsgelenke, Schmerzen in der Bewegung, gemindertes Tierwohl sowie eine höhere Wahrscheinlichkeit einer kürzeren Nutzungsdauer besitzen. Ähnlich wie bei Problemen im Klauenschluss muss für Tiere, die Schwächen in der Qualität der Fesselung aufweisen, ebenfalls ein striktes Zuchtverbot von Jungbullen bzw. Besamungsbullen ausgesprochen werden.

## 4. Schlussfolgerungen

Wesentlichste Aussage der vorliegenden Studie ist die Bestätigung der züchterischen Notwendigkeit, dass die linearen Körpermerkmale *Größe, Milchcharakter, Körpertiefe, Stärke, Beckenbreite* und *Beckenneigung* sowie die Fundamentparameter *Hinterbeinwinkelung, Klauenwinkel, Sprunggelenk, Hinterbeinstellung* und *Bewegung* in der gegenwärtigen genombasierten deutschen Zuchtwertschätzung für Besamungsbullen berücksichtigt werden müssen.

Neben den Parametern, die in der gegenwärtigen Zuchtwertschätzung integriert sind, zeigen die Ergebnisse, dass die phänotypischen Aufzuchtmerkmale wie *MILCHTYP, BEMUSKELUNG, KÖRPER* sowie die Fundamentparameter *DIAGONALENLÄNGE, KLAUENSCHLUSS, FESSELUNG* und *FUNDAMENT* zur Zuchtreife der genomisch vorselektierten Bullen in die züchterische Diskussion zur Verbesserung der effektiven Nutzungsdauer der HF-Population mit einfließen sollten.

Hervorgerufen u.a. durch Aufzuchterkrankungen, Fress- und Sozialverhalten zeigten die geprüften Phänotypen ihren Vorzug gegenüber den genomischen Zuchtwerten in der Bullenselektion. Dabei geben die Komplexmerkmale *KÖRPER* und *FUNDAMENT* indirekt Auskunft über die Widerstandsfähigkeit und Robustheit der Tiere gegenüber der Umwelt. Da die Diskussion in der Holsteinzucht auf die Verbesserung der Phänotypen in den Herden gerichtet ist, bilden sich in dieser Diskussion die Aufzuchtparameter der Zuchteignungsprüfung von Besamungsbullen als sehr vorteilhaft ab.

Die Studie hat weiterhin herausgearbeitet, dass *Einzelmerkmale* der Bullenaufzucht im Körperbau und Fundament ihre spezifischen

Wirkungen auf die Skelettmerkmale, Komplexmerkmale sowie auf die Funktionalität (u.a. Milchmenge, Locomotion, Erkrankungstage) der Nachkommen besitzen. *Komplexmerkmale* wiederum zeigen in den direkten genetischen Beziehungen von Jungbullen und deren Töchtern geringe bzw. keinen Zusammenhang. Ursachen liegen hier schwerpunktmäßig in der geschlechtsspezifischen Funktionalität von Körperbau und Fundament. Dieser Fakt wird auch zukünftig eine Herausforderung in der genomischen Zuchtwertschätzung darstellen, geschlechtsspezifische Faktoren in der Kopplungsanalyse zu beachten. Das würde für eine Leistungsprüfung in den Aufzuchtmerkmalen von zukünftigen Besamungsbullen plädieren, die in einer erweiterten Lehnstichprobe genutzt werden könnten. Um die Sicherheit der genomischen Zuchtwerte aus der Kopplungsanalyse zu erhöhen, wäre es von Vorteil, alle vorselektierten HF-Jungbullen einer überschaubaren Leistungsprüfung im Exterieur und Fundament zu unterziehen und den Umfang an Informationen in die Lernstichprobe zu integrieren.

Die Studie verdeutlicht, dass eine geringere Beachtung bzw. mindere Qualitäten in den Aufzuchtparametern der Besamungsbullen zunehmende tiergesundheitliche Defizite in den Nachkommen produzieren. Genomische Zuchtwerte von potenziellen Tieren wie u.a. in der Diagonalenlänge, Klauenschluss, und Fesselgelenk wären in der Vorselektion von männlichen Embryonen und Jungtieren ein Ansatz, die Mobilität und die Fundamentgesundheit zu verbessern und die Wahrscheinlichkeit der Gelenkserkrankungen zu minimieren. Weiterhin würden sich positive Effekte auf die Selektionsintensität sowie auf die Kosten der Aufzucht ergeben.

Auch bestünde in einer zukünftigen chromosomalen Anpaarung die Möglichkeit, mit der Nutzung von Aufzuchtmerkmalen von

Jungbullen noch höhere Effekte zu erzielen. Chromosomale Zuchtwerte der Milchkühe könnten die Basis sein für eine Anpaarung mit gezielt vorselektierten Bullen, die in den jeweiligen Teilzuchtwerten (Chromosomale Zuchtwerte) höher veranlagt wären. So könnten auch hohe Teilzuchtwerte (SNP Sequenzen) in den Leistungsparametern der Kühe erhalten bleiben und mögliche Heterosiseffekte in den Merkmalen nutzbar werden. Dies wäre ebenfalls ein Ansatz, die Bemuskelung in den Töchtergruppen in einen Bereich zu bringen, der sich in einem rentablen Bereich für die Milchproduktion befindet. Voraussetzung dieser systematischen genomischen Anpaarung und Selektion ist die konsequente Typisierung und die Leistungsprüfung aller zuchtbeteiligten Tiere.

Gleichzeitig befürworten die Ergebnisse der vorliegenden Studie eine Kopplung von Phänotypen und genomischen Zuchtwerten in der Bullenselektion, deren Synergie sich in der Nachhaltigkeit der Zuchtarbeit in den Milchviehherden widerspiegeln könnte.

Ob jedoch im Zuchtprogramm die Berücksichtigung der untersuchten Aufzuchtparameter züchtungsökonomisch begründbar ist, bedarf weiterer Untersuchungen im Rahmen detaillierter Zuchtplanungsansätze. Des Weiteren wären weiterführende Studien über die Bemuskelung in der Holsteinzucht vorteilhaft um die vorliegenden Ergebnisse der Studie zu untermauern.

Um eine kosten- und aufwandsgünstige Leistungsprüfung zu gestalten, wäre die zentral organisierte Prüfung der Reproduktionsfähigkeit (Eignung Decksprung, Spermaqualitätsprüfung) künftiger Einsatzbullen in den Besamungsstationen eine Plattform einer möglichen Leistungsprüfung. Dies würde auch die positiven Effekte der genomischen Vorselektion auf das Generationsintervall nicht

beeinflussen. Von Vorteil wäre weiterhin eine zunehmende Selektionsintensität in der Bullengeneration durch eine systematisch organisierte Leistungsprüfung. Diese Strategie, so verdeutlichen es die Ergebnisse der Teilstudie, würde ein Beitrag zur Verbesserung der effektiven Nutzungsdauer in den Herden leisten und sich gleichzeitig auf die Nachhaltigkeit der Milchrindzucht positiv auswirken.



## 5. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse

- 1.) Lebendgewicht, täglichen Futtermittelverzehr und rassentypische Bemuskulierung von Jungbullern und späteren Besamungsbullen korrelieren in der Jungtierentwicklung eng miteinander und besitzen ähnliche positive genetische Wirkung und Effekte auf den Körperstärke, Körpertiefe, BCS und Milchmenge der Nachkommen sowie negative genetische Korrelationen auf Kalbeeigenschaften der Nachkommen zur Erstabkalbung.
- 2.) Der *MILCHTYP* von Besamungsbullen korreliert positiv mit den Krankentagen der Klauenerkrankung Laminitis der Töchter.
- 3.) Die Phänotypen Diagonalenlänge, Klauenschluss und Fesselung der Besamungsbullen korrelieren positiv mit der Funktionalität des Bewegungsablaufes, Tiergesundheit und Tierwohl der weiblichen Nachkommenschaft.
- 4.) Komplexmerkmale zur Zuchteignungsprüfung **KÖRPER** und **FUNDAMENT** der Jungbullern und späteren Besamungsbullen geben Informationen über Entwicklung und Funktionalität in den Leistungsbereichen. Dieser Gesamteindruck kann gut über die Anpaarung auf die Nachkommen übertragen werden.

## **6. Empfehlungen für die Praxis**

1. Die phänotypischen Leistungsmerkmale (Körper, Fundament) besitzen bemerkenswerte Information zur Verbesserung von funktionalen Eigenschaften in hochproduktiven Milchviehherden. Die Nutzung dieser Information in Kombination mit der genom-basierte Selektion könnte den Zuchterfolg in der Deutschen Holstein Milchviehpopulation positiv beeinflussen. Diese Möglichkeit sollte in der Zukunft mit zuchtökonomischen Analysen untermauert werden, deren Ergebnisse entscheidend sind für eine Integration phänotypischen Aufzuchtmerkmale in die züchterische Tätigkeiten.
2. Die zentrale Aufzucht der potenziellen Jungbullen ist eine gute Plattform um die phänotypischen Informationen exakt zu erfassen.
3. In der Zukunft wäre es zweckmäßig in den Vertragsbetrieben (Testherden) die Erfassung der Reproduktionsdaten der Herden und die Erfassung von Aufzuchtinformationen von potenziellen Jungbullen zu komponieren.
4. Weiteren Untersuchungen wären zweckmäßig über die optimale Balance zwischen MILCHTYP und BEMUSKELUNG sowie über die anzustrebende Muskulatur von Kälber, Jungvieh und Erstkalbinnen im ersten Laktationsabschnitt.

## **7. Publikationen im Rahmen der Dissertation**

KLUNKER, M. und K. ULBRICHT, (2007):

40 Jahre Eigenleistungsprüfung von Jungbullen in Meißen-Korbitz.  
Rinderproduktion Heft 12, S. 12-14.

ULBRICHT, K., J. STEFLER, U. BERGFELD, R. FISCHER und M.

KLUNKER, (2014): Analyse von Merkmalsbeziehungen in der  
Holsteinzucht. 1. Mitteilung: Beziehungen zwischen den  
Merkmalen der Äußeren Erscheinung sowie des Wachstums von  
Jungbullen und den Leistungen der Töchter. Züchtungskunde, 86,  
(4) S. 217–236.

ULBRICHT, K., A. Z. KOVÁCS und J. STEFLER, (2014): Investigation

on the self-performance of young HF bulls, focused on body  
conformation, feed intake, and live weight. Acta Agraria  
Kaposváriensis 18 (1), 1-13.

ULBRICHT, K., J. STEFLER, U. BERGFELD, R. FISCHER und M.

KLUNKER, (2015): Analyse von Merkmalsbeziehungen in der  
Holsteinzucht. 2. Mitteilung: Beziehungen zwischen  
Fundamentmerkmalen von Jungbullen und Fundament- und  
Gesundheitsmerkmalen der Töchter. Züchtungskunde, 87, (2) S.  
73–93.