

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Tierzucht und Tierhaltung

# Schlussbericht

für das Verbundprojekt

## **Innovative Verfahren der Leistungsprüfung beim Milchrind als Grundlage des modernen Zuchtpro- gramms der Nord-Ost-Genetic**

*INNO-Z*

Zuwendungsempfänger:	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Tierzucht und Tierhaltung Hermann-Rodewaldstraße 6 24118 Kiel
Förderkennzeichen:	2813501408
Laufzeit des Vorhabens:	01.07.2009 – 31.12.2012
Projektleiter:	Prof. Dr. Georg Thaller, Dr. Wolfgang Junge
Projektbearbeiter:	Anne-Christin Neitzel, Regina von Leesen, Astrid Weber

---

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Kurze Darstellung.....	3
1.1 Aufgabenstellung.....	3
1.2 Voraussetzungen, unter denen das Projekt durchgeführt wurde .....	4
1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens.....	5
1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	7
1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	9
2 Eingehende Darstellung .....	9
2.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele .....	9
2.1.1 Stoffwechsel.....	9
2.1.2 Lahmheitserkennung .....	13
2.1.3 Fruchtbarkeit.....	18
2.1.4 Eutergesundheit .....	20
2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	23
2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	23
2.4 Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse .....	24
2.5 Während der Durchführung bekannt gewordener Fortschritt bei anderen Stellen.....	26
2.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichung der Ergebnisse .....	26
Literaturverzeichnis.....	28

---

## **1 Kurze Darstellung**

### **1.1 Aufgabenstellung**

Im Rahmen des Verbundprojektes „Innovative Verfahren der Leistungsprüfung beim Milchrind als Grundlage des modernen Zuchtprogramms der Nord-Ost Genetic“ wurden mehrere Fragestellungen von unterschiedlichen Projektpartnern bearbeitet. Das Gesamtziel des Projektes war es, neue Merkmale und Verfahren zu finden, welche für die züchterische Bearbeitung der Merkmalskomplexe Funktionalität und Gesundheit in zukünftigen Zuchtprogrammen integriert werden können. Vorteile gegenüber den jetzigen Verfahren ergeben sich nicht nur aus den effektiveren Möglichkeiten in der Zucht sondern auch durch die daraus folgenden Verbesserungen in der Tiergesundheit, welche wiederum einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung hat.

Der Aufgabenbereich der UNI-KI erstreckte sich durch das gesamte Projekt. Dabei übernahm die UNI-KI gemeinsam mit der UNI-HAL die Projektkoordination sowie die wissenschaftliche Leitung der Projektteile Lahmheitserkennung und Fruchtbarkeit auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm und die vollständige Bearbeitung der Projektteile Stoffwechsel und Eutergesundheit. Die Hauptaufgaben der bearbeiteten Teilprojekte waren folgende:

#### **Stoffwechsel**

Zu den Aufgaben dieses Teilprojektes gehörte die Inbetriebnahme des Systems zum automatischen Body-Condition-Scoring (BCS-3D). Ein weiterer Aufgabenschwerpunkt lag in der Auswertung der genetisch-statistischen Analyse der Merkmale Futteraufnahme, Energiebilanz und Verhältnis zwischen Fett- und Proteingehalt der Milch.

#### **Lahmheitserkennung**

Die Hauptaufgaben dieses Teilprojektes beinhalteten den Einbau und die Inbetriebnahme des StepMatrix™-Systems auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm der UNI-KI, die Erfassung der Locomotion Scores visuell sowie mit Hilfe des 3D-Kamerasystems und die Betreuung des Versuchsbetriebs hinsichtlich der Erhebung der Klauenbefunde. Des Weiteren beinhaltete dieser Bereich die Auswertung der vom StepMatrix™-System generierten SMX Scores und der visuell sowie automatisch erhobenen Locomotion Scores. Der dritte Auswertungsschwerpunkt lag in der Schätzung der Beziehungen zwischen Merkmalen der Exterieurbeurteilung und der Klauen- und Gliedmaßenkrankungen.

#### **Fruchtbarkeit**

Zu den Aufgaben dieses Teilprojektes zählten die wöchentliche Beprobung der Kühe bis zur 20. Laktationswoche und die zeitnahe Analyse der Progesteronproben im institutseigenen Labor. Der lange Beprobungszeitraum konnte durch eine relativ späte Belegung

der Prüftiere im Rahmen der stationären Bullenmütterprüfstation gewährleistet werden. Weitere Aufgabenschwerpunkte lagen in der Untersuchung der Regelmäßigkeit des Zyklusgeschehens bei der Einzelkuh, der Entwicklung von Brunsterkennungsalgorithmen und der Merkmalsentwicklung für „biologische Rastzeit“ (commencement of luteal activity, CLA) aus den Progesteronmessungen.

### **Eutergesundheit**

Neben den herkömmlichen Merkmalen (Leitfähigkeit, Zellzahl aus der Milchkontrolle, Mastitis-Fälle) wurde in diesem Teilprojekt das von der Firma Sensortec entwickelte Zellzahlmessgerät CellSense™ genutzt. Die Aufgaben dieses Teilprojektes bestanden im Einbau und der Installation der CellSense™-Messgeräte und der Vertifikation der Messwerte mit den wöchentlich anfallenden Messungen der Zellzahl der Kuh, damit sichergestellt werden konnte, dass die Messwerte die Herstellerspezifikation einhalten. Ein weiterer Aufgabenschwerpunkt bestand in der Überprüfung der Aussagekraft der mit hoher Auflösung anfallenden Messwerte in Bezug auf Mastitiserkrankungen und Zellzahländerungen. Des Weiteren sollte der Informationsgewinn einer gleichzeitigen Nutzung von Zellzahlwerten, CellSense™-Messwerten und Mastitiserkrankungen in der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung geschätzt werden.

## **1.2 Voraussetzungen, unter denen das Projekt durchgeführt wurde**

Das Verbundprojekt wurde im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) gefördert. Der Projektträger war die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Folgende Partner haben dieses Projekt bearbeitet:

- Nord-Ost-Genetic GmbH & Co. KG (NOG)
- Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaft (UNI-HAL)
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Tierzucht und Tierhaltung (UNI-KI)
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA-MV)
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (SLfULG)
- Forschungsinstitut für die Biologie Landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN)

Für die Entwicklung von Methoden zur Erhebung von Daten, welche die Gesundheit und Funktionalität der Milchkuh möglichst exakt erfassen und anschließend für züchterische Selektionsentscheidungen umgesetzt werden können, bestanden günstige Vorausset-

zungen. Da zum einen die NOG bereits eine Bullenmütterprüfung durchführte, die von der UNI-KI praktisch umgesetzt und wissenschaftlich betreut wurde. Darüber hinaus wurden seit April 2007 regelmäßig Messungen des Progesterongehaltes in der Milch durchgeführt und im Labor der UNI-KI analysiert, so dass in diesem Teilprojekt bereits Erfahrungswerte vorhanden waren.

### **1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens**

In Tabelle 1 ist der ursprünglich geplante und letztendlich durchgeführte Zeitplan für die Erledigung der einzelnen Arbeitspakete dargestellt. Die Verzögerungen kamen wie folgt zustande. Der Projektstart verzögerte sich infolge der fehlenden Personalverfügbarkeit um ein Quartal. Dementsprechend verschob sich auch der Einbau der CellSense<sup>TM</sup>-Messgeräte und des StepMetrix<sup>TM</sup>-Systems. Zusätzlich verzögerte sich die Installation der CellSense<sup>TM</sup>-Messgeräte aufgrund von Problemen bei der Anpassung an die vorhandene Karussellmelktechnik. Im Mai 2010 konnten die Messgeräte schließlich installiert werden. Dennoch war eine kontinuierliche Generierung von Messwerten durch diverse Probleme mit der Software des Gerätes sowie durch den erheblichen Wartungsaufwand an den Geräten erschwert. Nach der Behebung der technischen Probleme wurden die Messwerte des CellSense<sup>TM</sup>-Systems im Zeitraum von April 2011 bis Dezember 2012 kontinuierlich auf dem Versuchsbetrieb erhoben.

Infolge von Lieferschwierigkeiten und witterungsbedingten Verzögerungen erfolgte der Einbau des StepMetrix-Systems erst im Mai 2010. Weitere Verzögerungen ergaben sich durch das Auftreten von technischen Problemen mit den eingesetzten Wägezellen und der Tiererkennung des Systems, die jedoch mit Hilfe des Herstellers nach einigen erfolglosen Ansätzen gelöst werden konnten. Im Rahmen der Evaluierung des Systems wurde festgestellt, dass das verwendete Gerät technisch nicht ausgereift ist und systematische bzw. werkseitige Fehler oder Unzulänglichkeiten der Hard- oder Software des Systems vorliegen. Trotz wiederholter Aufforderungen, wurden hier keine Maßnahmen zur Behebung der Probleme von Seiten des Herstellers eingeleitet. Durch die erheblichen technischen Probleme war eine geordnete Datenerhebung nicht möglich. Die visuelle Erfassung des Locomotion Scores an laktierenden Tieren und die Aufzeichnung aller Befunde bei der Klauenpflege konnte problemlos durchgeführt werden.

Die 3-D Time-of-Flight Kamera wurde im Rahmen eines anderen Projektes intensiv getestet. Da die Messgenauigkeit der eingesetzten Kamera nicht zufriedenstellend war und erste Auswertungen von Aufzeichnungen bewegter Tiere starke Bewegungsartefakte aufwiesen, die vor allem bei Farbübergängen des Fells zu Höhengsprüngen in den Kuhprofilen führten und die Ermittlung von Kennwerten zur Körperkondition erschwerten, er-



Die oben dargestellten Veränderungen und zeitlichen Verschiebungen der einzelnen Arbeitspakete wirkten sich entsprechend auf das Erreichen der geplanten Meilensteine aus.

## **1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand**

### **Stoffwechsel**

Die erheblichen Zuchtfortschritte im Bereich der Milchleistung gingen mit einem erhöhten Energiedefizit im Zeitraum nach der Kalbung einher (z. B. Veerkamp, 1998). Aufgrund der beschriebenen Stoffwechselsituation ist die Kuh in dieser Phase besonders anfällig für Krankheiten und insbesondere für Stoffwechselstörungen. Die Anfälligkeit der Kuh ist abhängig von der Höhe des Energiedefizits, das im Wesentlichen über die Höhe der Futtermittelaufnahme bestimmt wird. Weiterhin geben die Änderungen im Lebendgewicht und in der Körperkondition Hinweise auf die Stoffwechsellage (Hüttmann, 2007). In der bisherigen Leistungsprüfung findet keine Berücksichtigung der Stoffwechsellage statt (VIT, 2013).

### **Lahmheitserkennung**

Ein Hauptproblem bei der Erkrankung von Klauen- und Gliedmaßen besteht darin, dass sie erst im fortgeschrittenen Stadium erkannt werden, was die Behandlungskosten erhöht und die Ausheilungsphase verlängert. Green et al. (2002) zeigten, dass ein Rückgang in der Milchleistung schon weit vor und noch lange nach der sichtbaren Lahmheit auftritt und somit zu einem erheblichen ökonomischen Schaden führen kann.

Ein manuelles Verfahren zur Lahmheitserkennung ist die Bewertung der Tiere mit Hilfe eines Locomotion Scoring Systems, also einer visuellen Benotung des Gangs (Manson und Leaver, 1989; Sprecher et al., 1997).

Da eine konsequente und durchgehende Überwachung aller Tiere eines Bestandes mit hohem Aufwand verbunden ist, bietet sich auf diesem Gebiet eine Automatisierung an. Dies hätte nicht nur einen Nutzen als effektive Hilfe für das Herdenmanagement, es fände auch in der Tierzucht Verwendung. Hier könnte die Krankheitsanfälligkeit eines jeden Tieres erfasst werden, was letztendlich der Ermittlung von Zuchtwerten für Klauen- und Gliedmaßengesundheit dienen kann.

Um die Früherkennung von Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen zu automatisieren, entwickelte die Firma Boumatic Gascoigne Melotte ein System namens StepMetrix™, welches aus Wägezellen und einer Tiererkennungsvorrichtung besteht und beim Durchlaufen durch die Kuh die Belastung der Hinterbeine misst (Rajkondawar et al., 2002). Die daraus gewonnenen Daten werden zu einem sogenannten SMX Score verarbeitet. Überschreitet dieser einen Grenzwert, wird die Kuh als lahm gekennzeichnet und kann anschließend behandelt werden. Bicalho et al. (2007) stellte jedoch fest, dass manuelles

Locomotion Scoring mit geschultem Personal bessere Ergebnisse erzielte als der Einsatz von Stepmetrix™. Dies könnte darin begründet sein, dass mit dem StepMetrix™-System lediglich die Hinterbeine erfasst werden, wohingegen der Locomotion Score eine Aussage über den Gesamtzustand des Bewegungsapparates einer Kuh ermöglicht.

### **Fruchtbarkeit**

Aufgrund folgender physiologischer Vorgängen stellt die Bestimmung von Progesteronkonzentrationen im Blut oder in der Milch eine objektive Möglichkeit dar, die die vorhandenen klinischen Untersuchungsmethoden (Brunstkontrolle, Palpation und Ultraschalluntersuchung der Eierstöcke) ergänzen kann. Progesteron ist ein Steroidhormon, das vom Gelbkörper der Kuh, der sich nach der Brunst aus dem geplatzten Gelbkörper bildet, abgegeben wird. Das Maximum der Progesteronkonzentration (in Nanogramm pro Millimeter gemessen) wird im Bereich zwischen 10. - 12. Zyklustag bestimmt und beträgt das 5 - 10-fache der Ausgangswerte. Bei Nichtbelegung der Kuh wird der Gelbkörper bis zur Folgebrunst abgebaut (Luteolyse) und damit die Progesteronsynthese eingestellt. Wohingegen nach einer erfolgreichen Belegung der Gelbkörper aktiv bleibt, um kontinuierlich Progesteron, das als Trächtigkeitsschutzhormon gilt, zu produzieren.

Die präzise Bestimmung der charakteristischen Konzentrationsveränderungen des Progesterons im Brunstzyklus oder in der Trächtigkeit ist mit Methoden des so genannten Immunoassay, z.B. Enzymimmunoassay (EIA), Radioimmunoassay (RIA) möglich.

Aus der Analyse von Besamungsdaten ist das Merkmal „Rastzeit“ (= Zeitspanne von der Kalbung bis zur ersten durchgeführten Besamung) bekannt. Diese „Rastzeit“ ist jedoch nur teilweise ein „biologisches“ Merkmal, da sie zwar einerseits von der nach der Kalbung wieder eingesetzten Zyklusaktivität abhängt, andererseits aber auch von Entscheidungen des Herdenmanagements bestimmt wird. Eine Messung des Wiedereinsetzens der Zyklusaktivität mittels Progesteronbestimmung könnte hingegen als „Biologische Rastzeit“ bezeichnet werden. In den internationalen Literatur wird dafür der Begriff „Commencement of luteal activity“ (CLA) verwendet und es verdichten sich Hinweise, dass für dieses Merkmal Heritabilitäten im Bereich von 0.14 bis 0.30 erwartet werden können (z.B. Darwash et al., 1997; Veerkamp et al., 2000; Petersson et al., 2007). Das Merkmal CLA ist damit ein geeignetes Merkmal zur Messung in vorhandenen Testherden.

### **Eutergesundheit**

Mastitiserkrankungen kommen mit hoher Frequenz in den Milchviehherden vor und führen zu hohen Verlusten in der Milchproduktion. Die Mastitisinzidenz liegt bei ca. 38% der Kühe, die ein- oder mehrmalig pro Laktation aufgrund einer Mastitis behandelt wurden (Hinrichs et al., 2005).

---

In der bisherigen Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung wird das Merkmal Mastitisresistenz nur über das Merkmal Zellgehalt in der Milch berücksichtigt (VIT, 2013). Daten aus online-Messungen, die während des Melkvorgangs zur Bestimmung der Eutergesundheit dienen, werden für das Herdenmanagement herangezogen, bislang jedoch nicht in der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung genutzt.

## **1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Eine Kooperation innerhalb des Projektes bestand zwischen den in Punkt 1.2 erwähnten Projektpartnern. In den Bereichen Fruchtbarkeit und Lahmheitserkennung gab es eine enge Zusammenarbeit mit der UNI-HAL, die sich hauptsächlich in wertvollen Diskussionen über Methoden und Ergebnisse widerspiegelte. Weiterhin wurde mit der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein und dem Landeskontrollverbandes Schleswig-Holstein e.V. im Rahmen der Teilprojekte Stoffwechsel und Eutergesundheit zusammengearbeitet.

## **2 Eingehende Darstellung**

### **2.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele**

Das Gesamtziel des Vorhabens war die Entwicklung von Methoden zur Erhebung von Daten, welche die Gesundheit und Funktionalität der Milchkuh möglichst exakt erfassen und anschließend für züchterische Selektionsentscheidungen umgesetzt werden können. Durch diese Selektionsentscheidungen wird nicht nur die Kuhpopulation im Gebiet der NOG entscheidend verbessert, sondern die Maßnahmen wirken sich direkt auf den betriebswirtschaftlichen Erfolg der NOG und ihrer Mitgliedsorganisationen und deren Mitglieder, die Landwirte, aus.

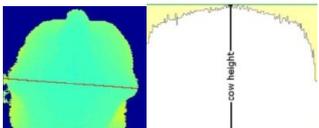
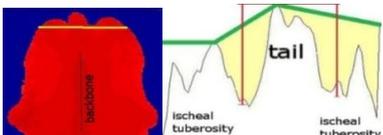
#### **2.1.1 Stoffwechsel**

Um eine objektivere Einschätzung des Stoffwechselzustandes der Milchkühe zu erhalten, wurde auf dem Versuchsbetrieb der UNI-KI ein visuelles Verfahren zum automatischen Body-Condition-Scoring (BCS-3D) eingesetzt. Die Entwicklungsarbeiten an diesem Sensorsystem wurden im Rahmen des BLE-Projektes: „Entwicklung und Bewertung eines automatischen optischen Sensorsystems zur Körperkonditionsüberwachung bei Milchkühen“ durchgeführt. Ein weiterer Schwerpunkt war die genetisch-statistische Analyse der Merkmale Futteraufnahme, Energiebilanz und das Verhältnis zwischen Fett- und Proteingehalt der Milch.

### **Automatisches Body-Condition-Scoring (BCS-3D)**

Die Entwicklung eines automatischen Systems zur Körperkonditionsbeurteilung beim Milchrind erfolgte unter Verwendung der Aufzeichnungen einer Time-of-Flight Kamera (TOF Kamera). Die 3D-Kamera war auf dem Versuchsbetrieb über einer Krafftutterstation so installiert, dass sich der für die Körperkonditionsbestimmung benötigte hintere Rücken der Kuh im Blickfeld der Kamera befand. Die Tiere wurden beim Besuch in der Krafftutterstation über RFID erkannt und die entsprechende Tiernummer konnte den aufgezeichneten Bildern in Echtzeit zugeordnet werden. Es wurden Verarbeitungsalgorithmen für die erfassten 3D-Informationen zur Analyse von verwertbaren Bildern, bildanalytischen Identifikation von gewünschten Körperstellen, Extraktion von Kennwerten für die Bestimmung der Körperkondition sowie Ermittlung der Körperkondition anhand der 3D-Informationen entwickelt (Salau et al., 2011). Am Ende des Aufzeichnungstages wurden die aufgezeichneten Bilder von der Verarbeitungssoftware weiterverarbeitet. Jedes Bild wurde in einem mehrstufigen Verfahren auf seine Verwendbarkeit getestet und bewertet. An allen Aufnahmen, die durch das Testverfahren als zur Weiterverarbeitung geeignet klassifiziert wurden, erfolgte die Identifizierung von gewünschten Körperstellen (Wirbelsäule, Sitzbeinhöcker, Schwanzwurzelgruben und Schwanzansatz). Die visuelle Kontrolle von ca. 163.000 auf dem Versuchsbetrieb aufgezeichneten Bildern ergab eine Fehlerrate von 1,5% bei der automatischen Bestimmung der Sitzbeinhöcker. Aus jedem Bild, an dem die Körperstellen identifiziert werden konnten, wurden Merkmale zur Körperkondition berechnet. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die aus den Bildern extrahierten Profile mit den entsprechenden Merkmalen (Salau et al., 2013).

**Tabelle 2:** Überblick über extrahierten Profile und Merkmale

Profil	Merkmal	
Fläche oberhalb der Hüft-Hüft-Verbindung	„hip2hip“	
Untersuchung der Schwanzwurzelgruben: • maximale Tiefe • Volumen	„dimples“ (4 Ausprägungen: <i>Tiefe:</i> rechts/links, <i>Fläche:</i> rechts/links)	
Untersuchung schräger Schnitte • Auslenkung • Fläche	„pin2hip“ (8 Ausprägungen: <i>Abstand:</i> innere/äußere Linie sowie rechts/links; <i>Fläche:</i> innere/äußere Linie sowie rechts/links)	

In einem weiteren Schritt wurde dann untersucht, ob die aus den Aufnahmen der Kamera entwickelten Merkmale geeignete Indikatoren für die Rückfettdicke von laktierenden Kühen darstellen. Die Rückenfettdicke wurde wöchentlich von Mitarbeitern des Versuchsbetriebs unter Verwendung eines Ultraschallgeräts (Tringa Linear, Firma Esaote) gemessen. Der manuell erhobene Body Condition Score (BCS) fand als Zielmerkmal keine Verwendung, da die 3D-Bilder im Rahmen von Langzeitaufzeichnungen (bis max. 3 Wochen) im 14 tägigen Abstand aufgezeichnet wurden und die zeitliche Übereinstimmung mit dem monatlich erhobenen BCS gering war.

Die Messungen der Rückenfettdicke ( $n = 2.931$ ) und die Beobachtungen der ausgewählten Merkmale „areamidleft“ ( $n = 1.779$ ) und „depthright“ ( $n = 1.848$ ) von 96 Kühen wurden unter Verwendung von sieben verschiedenen linearen (gemischten) Modellen analysiert. Die Ergebnisse zeigten, dass die Rückenfettdicke mit einem Modell, welches die Kuh als fixen oder zufälligen Effekt, die Laktationswoche und den Beobachtungsmonat als fixe Effekte und eine lineare Regression auf die zwei ausgewählten Merkmale berücksichtigte, erfolgsversprechend geschätzt werden kann. Die Korrelation zwischen den erfassten Werten für die Rückenfettdicke und dem Schätzwert für das Merkmal betrug 0,96. Die Ergebnisse weisen aber auch daraufhin, dass die Kuh als Effekt im Modell berücksichtigt werden muss und die Schätzwerte für die Rückenfettdicke nicht zwingend auf beliebige Herden übertragbar sind. Infolgedessen und auf Grund der unzureichenden Genauigkeit der Bildinformationen von bewegten Kühen (siehe Abschnitt 1.3 und 2.1.2) wurde das System noch nicht in ein vermarktungsfähiges Produkt umgesetzt.

### ***Genetisch-statistische Analyse der Merkmale Futteraufnahme, Energiebilanz und das Verhältnis zwischen Fett- und Proteingehalt***

Die Datenerfassung für die genetisch-statistische Analyse der Merkmale Futteraufnahme, Energiebilanz und das Verhältnis zwischen Fett- und Proteingehalt der Milch erfolgte im Zeitraum von September 2005 bis Oktober 2010 auf dem Versuchsbetrieb der UNI-KI. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden neben den im Rahmen des Projektes erhobenen Daten, auch Daten für die Analyse herangezogen, die vor dem Beginn des Projektes auf dem Versuchsbetrieb erfasst wurden.

Im ersten Schritt wurden genetische Parameter für Energiebilanz und mögliche Energiebilanzindikatoren mit Hilfe von Random-Regression-Modellen geschätzt. Hierfür wurden Daten von 682 erstlaktierenden Kühen aus dem Zeitraum von September 2005 bis April 2009 herangezogen. Aufgrund der auf dem Versuchsbetrieb etablierten Bullenmütterprüfstation der NOG und der Tatsache, dass die nicht qualifizierten Färsen den Betrieb nach Beendigung der Prüfung am 180. Tag verließen, beschränkte sich das Datenmaterial auf Färsen zwischen dem 11. und 180. Laktationstag. Tabelle 3 gibt einen Überblick

über die verwendeten Daten. Die Schätzung der genetischen Parameter erfolgte unter Verwendung des Programmes ASReml 3.0 (Gilmour et al., 2009).

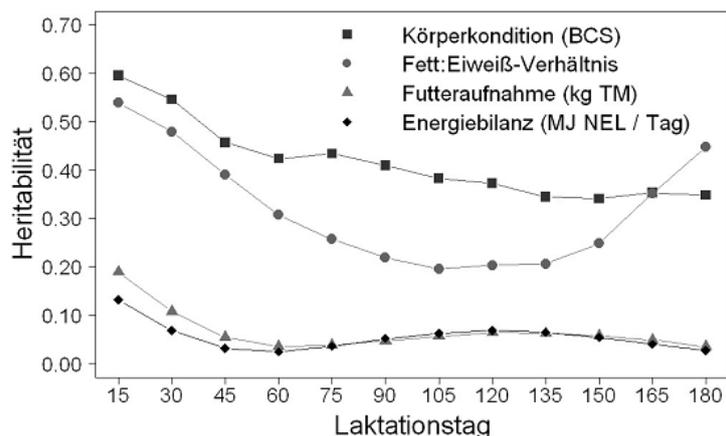
**Tabelle 3:** Datenübersicht mit Beobachtungszahl (n), Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum (1. Laktation, 11. bis 180. Laktationstag)

Merkmal	n	Mittelwert	Std.abw.	Min.	Max.
Energie-korr. Milchmenge (kg)	89.104	32,0	4,5	2,5	51,5
Fettgehalt (%)	12.939	3,62	0,61	1,22	8,68
Eiweißgehalt (%)	12.94	3,24	0,24	1,96	4,28
Fett:Eiweiß-Verhältnis	12.939	1,12	0,20	0,36	2,96
Energiebilanz (MJ NEL /Tag)	48.899	9,6	34,5	-117,7	177,5
Futtermaufnahme (kg TM)	66.699	20,3	4,7	2,8	43,4
Body Condition Score	3.067	2,95	0,33	1,50	3,80
Lebendgewicht (kg)	72.498	565	53	404	834

Im zweiten Schritt wurden die genetischen Korrelationen zwischen Energiebilanz, Fett:Eiweiß-Verhältnis bzw. Körperkondition und Krankheitsmerkmalen geschätzt. Als Grundlage dienten hierfür Daten aus den ersten 180 Laktationstagen von insgesamt 1.693 erstlaktierenden Kühen. Davon hatten 903 Tiere auch Beobachtungen für Energiebilanzmerkmale. Behandlungen von Gesundheitsstörungen wurden von Januar 2000 bis Oktober 2010 erfasst, während die Erhebung der Energiebilanzmerkmale erst im September 2005 an lief. Bei den Krankheitsmerkmalen wurden drei Schlüsselkategorien (Stoffwechselstörungen, Klauen- und Gliedmaßenkrankungen und Mastitiserkrankungen) untersucht. Weiterhin wurden alle Erkrankungen als binäre Merkmale definiert und jeder Laktationstag mit einem Code versehen: „1“ für krank, „0“ für gesund. Bei einer Mastitiserkrankung wurde der Tag der Behandlung und die folgenden fünf Tage mit „1“ codiert, wohingegen bei den anderen Krankheitsmerkmalen der Erkrankungstag und die folgenden acht Tage mit „1“ codiert wurden.

Für die Auswertung der Krankheitsmerkmale wurde ein Schwellenwertmodell verwendet. Die Varianzkomponentenschätzung erfolgte auch hier mit ASReml 3.0 (Gilmour et al., 2009).

Die Heritabilitäten von Energiebilanz und Futtermaufnahme zeigten einen ähnlichen Verlauf während der ersten 180 Laktationstage (Abbildung 1). Beide Merkmale waren zu Beginn der Laktation am stärksten genetisch determiniert, wiesen aber insgesamt nur eine geringe Erblichkeit auf. Dagegen war das Fett:Eiweiß-Verhältnis mit 20 bis 54% höher erblich. Eine Selektion auf dieses Merkmal ist zu Beginn der Laktation am besten möglich. Die Heritabilität der Körperkondition lag ebenfalls im mittleren Bereich.



**Abbildung 1:** Heritabilitäten für Energiebilanz, Futteraufnahme, Fett:Eiweiß-Verhältnis und Body Condition Score im Laktationsverlauf

Bei der Schätzung der genetischen Korrelationen zwischen Energiebilanz und möglichen Indikatormerkmalen (Fett:Eiweiß-Verhältnis, Fett- oder Eiweißgehalt, der Futteraufnahme und dem Body Condition Score) kristallisierte sich das Fett:Eiweiß-Verhältnis als bestes Hilfsmerkmal während der kritischen Anfangsphase der Laktation heraus. Für den Laktationstag 15 wurde eine Korrelation von  $-0,62$  zwischen Energiebilanz und Fett:Eiweiß-Verhältnis geschätzt.

Des Weiteren wurde eine Untersuchung wiederholter Beobachtungen für das Fett:Eiweiß-Verhältnis durchgeführt, die Aufschluss über ideale Erfassungsfrequenzen und -zeitpunkte geben sollte. Die genetischen Korrelationen waren allesamt positiv und signifikant. Besonders hohe Korrelationen von  $\geq 0,98$  wurden für Beobachtungen am Tag 15, 30 und 45 geschätzt. Demnach wäre eine Zuchtwertschätzung für Bullen auf der Grundlage von monatlichen Töchterleistungen für das Fett:Eiweiß-Verhältnis (wie sie im Rahmen der Milchleistungsprüfung anfallen) möglich.

Die Krankheitsmerkmale waren allesamt niedrig erblich. Die genetischen Korrelationen zwischen Energiebilanz- und Krankheitsmerkmalen wiesen generell hohe Standardfehler auf. Dennoch deuten die Ergebnisse daraufhin, dass durch eine züchterische Reduktion des Fett:Eiweiß-Verhältnisses die Stoffwechselstabilität erhöht werden könnte. Zudem wäre eine Verbesserung der Klauen- und Gliedmaßen-gesundheit möglich (Buttchereit, 2012).

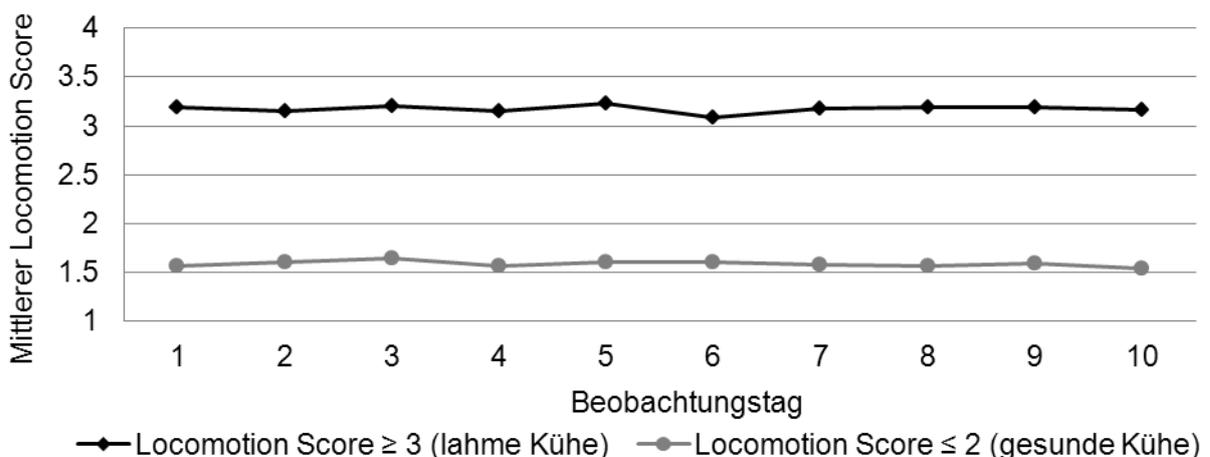
### 2.1.2 Lahmheitserkennung

An den vom StepMetrix<sup>TM</sup>-System generierten SMX Scores sollten genetische Parameter und Zuchtwerte geschätzt werden, um die Nutzbarkeit des Systems für züchterische Selektionsentscheidungen beurteilen zu können. Ein weiterer Punkt war die Erhebung von manuellen Locomotion Scores mittels so genannter subjektiver Locomotion Scoring Systeme sowie die Verwendung der automatisierten optischen Erkennung von Locomotion

Scores (BCS-3D), die mit Hilfe der 3-D Time-of-Flight Kamera entwickelt werden sollte. Die aus beiden Verfahren (StepMetrix™, BCS-3D) gewonnenen Daten sollten anschließend auf ihre Eignung zur Erstellung eines Zuchtwertes für Klauen- und Gliedmaßen-gesundheit geprüft werden. Anschließend sollte es möglich sein, beide Verfahren hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit sowohl im Gesundheitsmanagement als auch in der Zucht zu bewerten. Ein weiteres Ziel dieses Teilprojektes war die Schätzung der Beziehung zwischen den Merkmalen der Exterieurbeurteilung und den Klauen- und Gliedmaßen-erkrankungen.

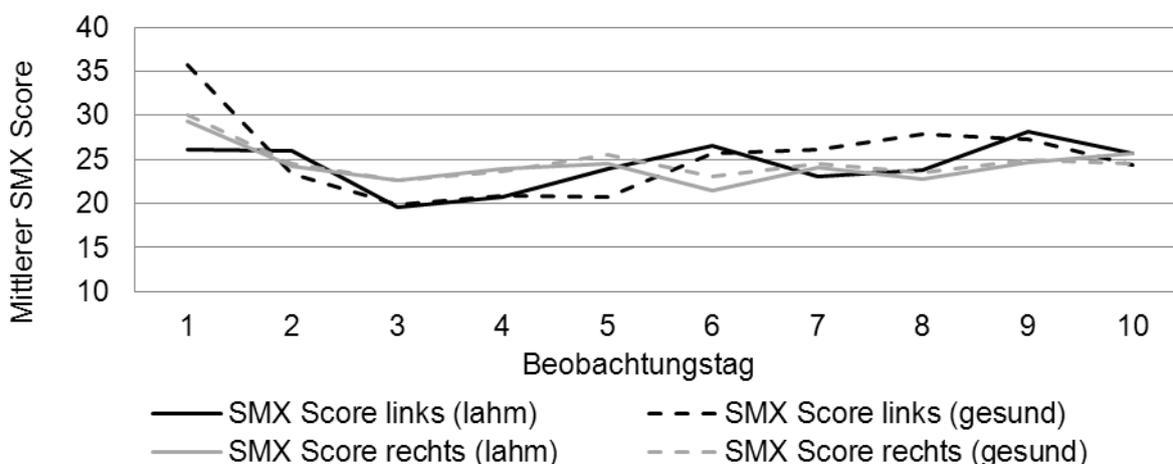
### **StepMetrix™-System**

Das StepMetrix™ System war seit seiner verzögerten Inbetriebnahme im Mai 2010 mit erheblichen technischen Problemen behaftet. Die Herstellerfirma wurde wiederholt über die bestehenden Probleme informiert und aufgefordert, die Funktionstüchtigkeit des Systems herzustellen. Trotz aller Bemühungen war es dem Hersteller bis zum Ende des Jahres 2011 nicht möglich, die technischen Probleme zu lösen. Eine Auswertung im Hinblick auf die Zielsetzung des Vorhabens war nicht durchführbar, da zusammenhängende Messdatenreihen lediglich für zwei kurze Zeiträume (04.04.2010 - 25.07.2010 (102 Tage); 18.11.2010 - 31.01.2011 (74 Tage)) vorlagen. In einer Voruntersuchung erfolgte der Vergleich der SMX Scores von lahmen und gesunden Kühen. Die durch das StepMetrix™-System generierten Scores lagen im Bereich von 0 bis 100, wobei ab einem Schwellenwert von 35 von einer Lahmheit ausgegangen wurde. Für die Auswertung wurden die Scores, welche an den 10 Beobachtungstagen vorlagen, pro Tag gemittelt. Die visuelle Beurteilung der Lahmheitsstatus der Tiere am Beobachtungstag erfolgte mit dem fünfstufigen Locomotion Scoring System nach Sprecher et al. (1997). Als lahm galten Kühe mit einem Score  $\geq 3$ .



**Abbildung 1:** Mittlerer Locomotion Score der lahmen (Score  $\geq 3$ ) und gesunden (Score  $\leq 2$ ) Tiere an 10 Beobachtungstagen

Der mittlere Locomotion Score pro Beobachtungstag lag für die lahmen Kühe bei 3,2; wohingegen die gesunden Kühe einen mittleren Score von 1,8 aufwiesen (Abbildung 1).



**Abbildung 2:** Mittlere SMX Scores der lahmen (Score  $\geq 3$ ) und gesunden (Score  $\leq 2$ ) Tiere an 10 Beobachtungstagen

Die Betrachtung der SMX Scores der lahmen und gesunden Tiere zeigte, dass sich der mittlere SMX Score pro Tag nicht zwischen den lahmen und gesunden Kühen unterschied (Abbildung 2).

Unsere Beobachtungen und die durch die Projektpartner der UNI-HAL durchgeführten Auswertungen zeigten, dass eine effektive und präzise Lahmheitserkennung mit den StepMetrix™-System nicht möglich ist. Es wurde angenommen, dass es sich um systematische und werkseitige Fehler oder Unzulänglichkeiten innerhalb der Hard- oder Software des Gerätes handelte, auf die im Rahmen des Projektes keinen Einfluss genommen werden konnte. Die Beurteilung der Nutzbarkeit der automatisierten Lahmheitserkennung für züchterische Selektionsentscheidungen sowie als zusätzliche Managementhilfe im Betrieb konnte somit nicht durchgeführt werden.

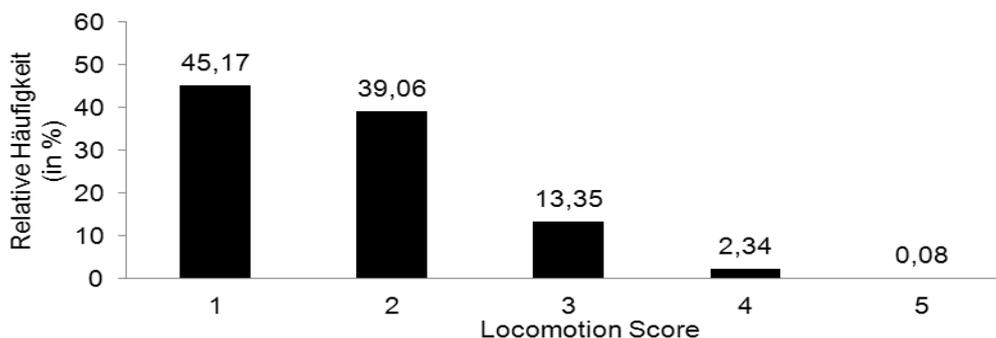
### **Automatisierte optische Erkennung von Locomotion Scores (BCS-3D)**

Die von der TOF Kamera aufgezeichneten 3D-Bilder von bewegten Tieren wiesen starke Bewegungsartefakte auf, die vor allem bei Farbübergängen des Fells zu Höhengsprüngen in den Kuhprofilen führten. Die in der Bewegung entstandenen Kuhbilder konnten daher nicht wie ursprünglich geplant für die Bestimmung von Locomotion Scores genutzt werden. Alle wissenschaftlichen Bemühungen im Zusammenhang mit der Nutzung den Aufzeichnungen der Time-of-Flight Kamera für eine automatisierten Lahmheitserkennung konnten daher nicht umgesetzt werden.

### **Manuelles Locomotion Scoring**

Die visuelle Erfassung des Locomotion Scores an allen laktierenden Tieren des Versuchsbetriebes Karkendamm und die Aufzeichnung der Befunde bei der Klauenpflege konnten planmäßig durchgeführt werden. Die Erhebung des Locomotion Scores erfolgte mit dem fünfstufigen Locomotion Scoring System nach Sprecher et al. (1997). Nach einer Schulung des für das Teilprojekt zuständigen Mitarbeiters in der praktischen Durchführung des Systems an der Tierärztlichen Hochschule Hannover und einer Trainingsphase von zwei Monaten wurden im Zeitraum von September 2010 bis Februar 2012 an 331 laktierenden Kühen 9.010 Locomotion Scores erfasst.

In einem ersten Schritt sollte das Merkmal Lahmheit, erhoben mit dem visuellen Locomotion Scoring System daraufhin überprüft werden, ob es für züchterische Selektionsentscheidungen hinsichtlich Klauen- und Gliedmaßengesundheit herangezogen werden kann. Zu diesem Zweck wurden Heritabilitäten für beide Merkmale sowie ihre genetische Beziehung zueinander mittels linearer und Schwellenwertmodelle geschätzt. In Abbildung 3 ist die Verteilung der 9.010 erhobenen Locomotion Scores dargestellt.



**Abbildung 3:** Häufigkeit der fünf erfassten Locomotion Scores

Für die Auswertung wurden die Lahmheit und die Erkrankungen als binäre Merkmale definiert. Der fünfstufige Locomotion Score wurde zusammengefasst, so dass Kühe mit einem Score  $\leq 2$  als gesund („0“) galten, wohingegen ein Score  $\geq 3$  eine lahme Kuh („1“) kennzeichnete. Laktationstage mit mindestens einer Diagnose bzw. Behandlung galten als „krank“ und wurden mit „1“ codiert; alle anderen Tage erhielten den Beobachtungswert „0“. Die berücksichtigte Laktationsphase umfasste die Laktationstage 10 bis 350. Der finale Auswertungsdatensatz beinhaltete 8.299 Locomotion Scores von 326 laktierenden Kühen. Im gleichen Beobachtungszeitraum lagen 708 Klauen- und Gliedmaßen-erkrankungen von 335 Kühen vor. Die genetischen Parameter wurden mit bivariaten Modellen (Schwellenwert- und lineares Modell) unter Verwendung des (AI) REML Algorithmus innerhalb des DMU Softwarepaketes (Version 6, release 5.0) geschätzt (Madsen and Jensen, 2010). Die mit dem bivariaten Schwellenwertmodell geschätzten Heritabilitäten zeigten eine ausreichende genetische Variation, so dass eine Zucht im Hinblick auf eine

Reduzierung der Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen als auch der Lahmheit erfolgversprechend wäre (Tabelle 4). Des Weiteren lassen die deutlich positiven Korrelationen zwischen der Lahmheit und der Klauen- und Gliedmaßengesundheit das Merkmal Lahmheit (Locomotion Score) als geeignetes Hilfsmerkmal erscheinen.

**Tabelle 4:** Additiv genetische Varianz ( $\sigma^2_a$ ), permanente Umweltvarianz ( $\sigma^2_{pe}$ ), Restvarianz ( $\sigma^2_e$ ), Heritabilitäten ( $h^2$ ) und genetische Korrelationen ( $r_g$ ) für Lahmheit (Locomotion Score  $\geq 3$ ) und Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen

<b>Merkmale im bivariaten Modell</b>	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_{pe}$	$\sigma^2_e$	$h^2$	$r_g$
<b>Linear</b>					
Lahmheit	0,011	0,052	0,074	0,081	0,939
Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen	0,001	0,007	0,055	0,019	
<b>Schwellenwert</b>					
Lahmheit	0,432	1,799	0,074	0,152	0,597
Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen	0,419	0,652	0,041	0,239	

<sup>1</sup>Standardfehler der Heritabilitäten: 0,02 - 0,15; Standardfehler der genetischen Korrelation: 0,27 - 0,31

### ***Beziehung zwischen Merkmalen der Exterieurbeurteilung und den Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen***

Um die Beziehung zwischen den Fundamentsmerkmalen der Exterieurbeurteilung und den Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen beurteilen zu können, wurden in einem weiteren Auswertungsschritt genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen an Färsen geschätzt. Die Erfassung von 2.465 Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen im Zeitraum von Juni 2001 bis Juni 2012 erfolgte an 1.850 Kühen. Die berücksichtigte Laktationsphase umfasste auch in dieser Auswertung die Laktationstage 10 bis 350. Die Codierung der Laktationstage erfolgte analog zur vorherigen Auswertung. In einem Zeitraum von Juli 2001 bis Juni 2012 beurteilten zwei geschulte Klassifizierer des regionalen Herdbuchverbandes (Rinderzucht Schleswig-Holstein eG) das Exterieur von 1.275 Färsen. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die erhobenen Exterieurmerkmale.

**Tabelle 5:** Datenübersicht mit Beobachtungsanzahl (n), Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum

<b>Merkmal</b>	<b>n</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Std.abw.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
Hinterbeinwinklung	1.275	5,10	0,87	1	8
Hinterbeinstellung	1.275	5,19	1,21	2	9
Sprunggelenksqualität	1.275	5,05	1,15	1	9
Trachtenhöhe	1.209	5,25	1,03	1	9
Klauenwinkel	780	5,21	1,21	2	9
Bewegung	779	4,77	1,17	1	8
Fundamentsnote	1.275	82,82	2,82	65	87

Die genetischen Parameter wurden unter Verwendung des (AI) REML Algorithmus innerhalb des DMU Softwarepaketes (Version 6, release 5.0) geschätzt (Madsen and Jensen, 2010) geschätzt. Für die Berechnung der Heritabilitäten wurden univariate Schätzläufe gewählt. Die Parameter für die Berechnung der genetischen Korrelationen stammten aus bivariaten Analysen.

Aufgrund der binären Natur der Klauen- und Gliedmaßenkrankungen erfolgte die Schätzung der Heritabilität (0,18) mit einem Schwellenwertmodell. Die Schätzung der Erbliehkeiten für die Exterieurmerkmale wurde mit linearen Modellen durchgeführt. Für diese Merkmale lagen die Schätzwerte im Bereich von 0,01 (Bewegung) und 0,21 (Hinterbeinwinkelung). Die genetischen Korrelationen waren mit Ausnahme der Sprunggelenksqualität (-0,21) hoch und lagen im Bereich von 0,59 (Hinterbeinwinkelung) und -0,87 (Bewegung) (Tabelle 6). Die Ergebnisse zeigten, dass eine indirekte Selektion auf Klauen- und Gliedmaßenkrankungen unter Verwendung der Exterieurmerkmale des Fundaments möglich ist.

**Tabelle 6:** Additiv genetische Varianz ( $\sigma^2_a$ ), permanente Umweltvarianz ( $\sigma^2_{pe}$ ), Restvarianz ( $\sigma^2_e$ ), Heritabilitäten ( $h^2$ ) und genetische Korrelationen ( $r_g$ ) für Klauen- und Gliedmaßenkrankungen und Exterieurmerkmale

Merkmalsname in univariaten Modell	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_{pe}$	$\sigma^2_e$	$h^2$	$r_g$
<b>Schwellenwert</b>					
Klauen- und Gliedmaßenerk.	0,34	1,13	0,41	0,18	
<b>Linear</b>					
Hinterbeinwinkelung	0,16		0,59	0,21	0,59
Hinterbeinstellung	0,12		1,25	0,09	-0,77
Sprunggelenksqualität	0,25		1,02	0,20	-0,21
Trachtenhöhe	0,18		0,87	0,17	-0,78
Klauenwinkel	0,21		1,22	0,14	-0,77
Bewegung	0,13		1,17	0,01	-0,87
Fundamentsnote	1,26		5,65	0,18	-0,86

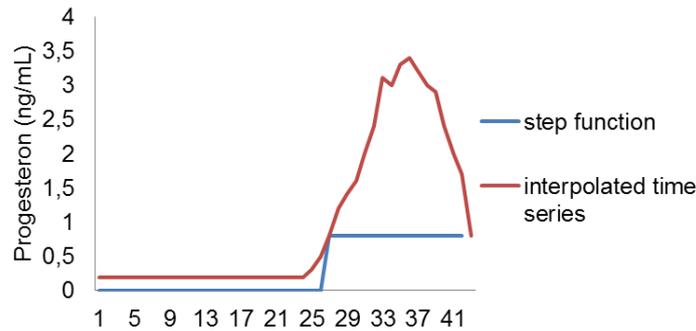
Standardfehler der Heritabilitäten: 0,003 - 0,10; Standardfehler der genetischen Korrelationen: 0,10 - 0,23

### 2.1.3 Fruchtbarkeit

Im Rahmen dieses Teilprojektes sollte an wöchentlichen Messungen des Progesterongehaltes in der Milch eine Analyse der Regelmäßigkeit der Zyklusaktivität an der Einzelkuh durchgeführt werden. Die lange Güstzeit infolge der stationären Bullenmütterprüfung auf dem Versuchsbetrieb erlaubte einen langen Beprobungszeitraum der Kühe bis zur 20. Laktationswoche. Mit Hilfe von wöchentlichen Progesteronmessungen im Vorgemelk sollten Algorithmen zur Brunsterkennung entwickelt und der Beginn der lutealen Aktivität (Zykluswiederaufnahme; commencement of luteal activity, CLA) bestimmt werden.

Für die Umsetzung des Vorhabens wurden auf dem Versuchsbetrieb der UNI-KI in den zwei Beobachtungszeiträumen von April 2007 bis Dezember 2008 und von März 2010 bis Dezember 2011 zweimal wöchentlich Magermilchproben aus dem Vorgemelk gezogen ( $n = 39.964$ ). Die Analyse der Proben (Konzentrationsveränderungen des Progesterons in der Milch) erfolgte anschließend unter Verwendung von ELISA im institutseigenen Labor. Für die Auswertung standen insgesamt 823 Kühe mit mindestens 12 Beobachtungen zur Verfügung. Die erste Probenahme erfolgte am 6. Laktationstag und die letzte Probenahme 30 Tage nach einer positiven Trächtigkeitsuntersuchung. Die Besamung der Kühe erfolgte ab dem 100. Laktationstag, bei ET-Tieren später.

Die Auswertung fokussierte sich zunächst auf die Entwicklung von drei mathematischen Methoden (Grenzwertmethode, Ewma-Charts und Zeitreihenanalyse mit Interpolation und nachfolgendem Tiefpassfilter) zur Brunsterkennung (niedrige Progesteronkonzentrationen) aus Progesteronprofilen. Die Methoden zeichneten sich durch hohe Sensitivitäten von 93,13 bis 100% und Spezifitäten von 99,93 bis 97,92% aus sowie durch eine Fehlerrate die zwischen 4 und 22,2% lag. Die besten Ergebnisse lieferte die Methode der Zeitreihenanalyse, so dass sie für die weitere Auswertung genutzt wurde. In einem weiteren Schritt erfolgte die Charakterisierung der ersten lutealen Aktivität. Der Beginn der ersten Phase wurde erfasst und anhand einer Beurteilung der Besamungsdaten in normal und verzögert eingeteilt. Die erste luteale Aktivität wurde anhand der Dauer und der nachweisbaren Menge Progesteron („area under curve“, AUC) beschrieben (Abbildung 4). Für diese Merkmale konnte mittels Kaplan-Meier-Survival Analysen die mittlere Rast- und Gützeit analysiert werden. Aufgrund des spezifischen Reproduktionsmanagements auf dem Versuchsbetrieb waren hinsichtlich der Rastzeit keine signifikanten Unterschiede feststellbar. In der Gützeit unterschieden sich die Tiere mit einer normalen und einer verzögerten lutealen Aktivität und anschließenden großen Mengen nachweisbarem Progesterons („large area under curve“, LAUC) signifikant ( $P < 0,03$ ), beziehungsweise bei einer verlängerten Lutealphase ( $P < 0,05$ ). Die Ergebnisse zeigten, dass eine objektive Darstellung des Zyklusgeschehens mittels Progesteronmesswerten möglich ist und eine Differenzierung der Kühe hinsichtlich ihrer Fruchtbarkeitsleistung erlaubt. Aus den Kaplan-Meier-Survival Analysen ergab sich, dass nicht nur der Zeitpunkt der ersten Gelbkörperaktivität, sondern außerdem die nachfolgende Dauer der Gelbkörperaktivität entscheidend sind. Eine verlängerte Gelbkörperphase nach einem normalen Zyklusbeginn ist für den Zeitpunkt der nachfolgenden Trächtigkeit weniger von Bedeutung, als wenn diese nach einer verzögerten Zykluswiederaufnahme stattfindet.



**Abbildung 4:** Wiederaufnahme der Zyklusaktivität

#### 2.1.4 Eutergesundheit

Die Nutzung der herkömmlichen Merkmale (Leitfähigkeit, Zellzahl aus der Milchkontrolle, Mastitis-Fälle) und die Messwerte des von der Firma Sensortec entwickelten Zellzahlmessgerätes CellSense™ ermöglichte die kontinuierliche Bestimmung des Gehaltes an somatischen Zellen in der Milch.

Zum einen war das Ziel dieses Teilprojektes die Überprüfung der Aussagekraft der mit hoher Auflösung anfallenden Messwerte in Bezug auf Mastitiserkrankungen und Zellzahländerungen. Zum anderen sollte der Informationsgewinn einer gleichzeitigen Nutzung von Zellzahlwerten, CellSense™ Messwerten und Mastitiserkrankungen in der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung geschätzt werden.

Nach der Behebung der technischen Probleme wurden die Messwerte des CellSense™-Systems im Zeitraum von April 2011 bis Dezember 2012 kontinuierlich auf dem Versuchsbetrieb erhoben. Die Messgeräte waren an sieben von insgesamt 28 Melkplätzen im Melkkarussell des Versuchsbetriebes installiert. Diese Technik misst den Eutergesundheitsstatus mittels eines automatisierten California Mastitis Tests zu jeder Melkzeit. Die Viskosität der mit einer Testflüssigkeit versetzten Milch wird als sogenannte Draintime gemessen: die Zeit die eine definierte Milchmenge benötigt, um durch eine genormte Bohrung abzufließen. Die Testflüssigkeit bildet dabei einen Komplex mit der DNA aus dem Zellkern; je höher der Zellgehalt, desto höhere Werte nehmen die Viskosität der Probe und die Höhe der erfassten Draintime an.

Für die Zusammenführung aller erforderlichen Daten aus den CellSense™ Messungen, den Melkparametern (Melkplatz, Milchmenge, Milchfluss) und den Daten aus der wöchentlichen Milchanalyse (Fett-, Eiweißgehalt, somatische Zellzahl) des Landeskontrollverbandes Schleswig-Holstein (LKV SH) wurde eine Auswertungssoftware erstellt. Des Weiteren überprüfte die Software die Messwerte auf Plausibilität. Besondere Probleme bereiteten bei der Zusammenführung der Daten die Identifikation abgebrochener Melkvorgänge (Melkzeug abgeschlagen etc.), da dann systembedingt zwei Melkergebnisse vorliegen.

Im Zeitraum von April 2011 bis Dezember 2012 standen für die Analyse der durch das System erhobenen somatischen Zellzahl (aus der Draintime errechnete somatische Zellzahl) 28.369 Messwerte von 324 Holstein-Friesian Kühen zur Verfügung.

In einer Voruntersuchung erfolgte eine Berechnung der Korrelationen zwischen der im Labor des LKV SH ermittelten somatischen Zellzahl (SCS, 1.000/ml) aus der wöchentlichen Milchkontrolle und der vom CellSense™-System generierten Messwerte (Draintime (Sek) sowie der vom System aus der Draintime errechnete somatische Zellzahl (SCC; in 1.000 Zellen/ml Milch)). Aufgrund der Verteilung der Messwerte, wurden die Draintime  $\log_{10}(+1)$ -transformiert und der SCC mit Hilfe der Standard- $\log_2$ -Transformation nach Ali und Shook (1980) in den Somatic Cell Count (SCS) transformiert. Tabelle 7 gibt einen Überblick über die ermittelten Korrelationen. Es zeigte sich, dass die Beziehungen im mittleren Bereich lagen.

**Tabelle 7:** Korrelationen zwischen den erhobenen Merkmalen

	Draintime	Sensor-SCC	log Draintime
SCS	0.50*	0.52*	0.50*

\*  $P < 0,001$

Des Weiteren wurde bei der Betrachtung der korrigierten Mittelwerte (LSM) der log Draintime pro Messgerät deutlich, dass systematische Unterschiede zwischen den sieben Geräten bestanden (Tabelle 8).

**Tabelle 8:** Korrigierte Mittelwerte (LSM) und Standardfehler (SE) der log Draintime pro Messgerät

Messgerät	LSM	SE
1	1.212	0.00531
2	1.199	0.00532
3	1.217	0.00532
4	1.200	0.00530
5	1.204	0.00530
6	1.997	0.00530
7	1.218	0.00531

Dieser Umstand machte es erforderlich, sich die einzelnen Messgeräte genauer anzuschauen. Für die experimentelle Verifizierung des Messverfahrens wurden deshalb mittels der gerätespezifischen Streuung, die bei der 4-fachen Wiederholungsmessung derselben Mischprobe an allen sieben Messgeräten (Sensoren) auftrat, die Reproduzierbarkeit der Messwerte dargestellt. Die Untersuchung erfolgte an zwei Versuchstagen innerhalb eines halben Jahres. Anhand zweier serieller Verdünnungsreihen wurden die Mischproben ( $n = 18$ ) hergestellt. Die dafür genutzten Milchproben ( $n = 8$ ) stammten von

zwei Melkterminen, welche auf der Grundlage des somatischen Zellzahl-Ergebnisses der am Tag zuvor durchgeführten Milchleistungsprüfung durch den LKV SH ausgewählt wurden. Insgesamt konnten 504 Messergebnisse gewonnen werden. Weiterhin wurden von jeder Mischprobe jeweils 2 Referenzproben ( $n = 18$ ) genommen, die im Labor des LKV SH unter anderem auf den Gehalt an somatischen Zellen analysiert wurden. Die vom CellSense™-System generierten und für die Untersuchung herangezogenen Daten waren die Sensornummer (Nummer des Messgerätes), die Draintime und die vom System aus der Draintime errechnete somatische Zellzahl. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die verwendeten Messwerte.

**Tabelle 9:** Datenübersicht Median, Mittelwert, Standardabweichung, Varianz, Minimum und Maximum

<b>Merkmal</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Std.abw.</b>	<b>Varianz</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
Draintime	1.941	2.01	0.358	0.128	1.334	3.665
Sensor-SCC	364.5	437.26	358.52	128537.59	0	2111
log Draintime*	1.288	1.297	0.069	0.005	1.125	1.564
SCC	679	855.78	641	410870.17	45	2597
SCS**	5.76	5.7	1.22	1.48	1.85	7.7

Die Berechnung der Korrelationen erfolgte auch hier unter Verwendung der Prozedur Corr aus dem Softwarepaket SAS 9.2. (SAS Institute, 2008). Die Schätzung des Effektes des Sensors (Messgerätes) und der Probe auf die log. Draintime sowie die Wiederholbarkeit des Merkmals wurde mit einem gemischten linearen Modell unter Verwendung der SAS-Prozedur MIXED durchgeführt (SAS Institute, 2008).

**Tabelle 10:** Korrelationen zwischen den erhobenen Merkmalen

	<b>Draintime</b>	<b>Sensor-SCC</b>	<b>log Drain-time</b>	<b>SCC</b>	<b>SCS</b>
<b>log Drain-time</b>	0.99*	0.99*	1	0.90*	0.79*
<b>SCS</b>	0.75*	0.74*	0.79*	0.82*	1

\*  $P < 0,001$

Die Korrelationen zwischen den vom System ermittelten Werten (Draintime, Sensor-SCC, log. Draintime) und des im Labor bestimmten Gehaltes an Zellzahlen (SCS) lagen im Bereich von 0,74 und 0,79. Dies weist auf eine gute Übereinstimmung zwischen den Zellzahlergebnissen des Landeskontrollverbandes und den Messwerten des CellSense™-Systems hin. Die sensorspezifischen Korrelationen zwischen der log Draintime und der SCS lag zwischen 0,84 und 0,74. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass das Messgerät (Sensor) einen signifikanten Einfluss auf die log. Draintime hat. Die Wieder-

holbarkeit der log Draintime aus der 4-fachen Wiederholungsmessung derselben Mischprobe betrug 0,92.

In einem weiteren Schritt werden Eichkurven für die einzelnen Messgeräte erstellt und somit eine nachträgliche Kalibrierung sichergestellt. Außerdem sollen weitere Einflussfaktoren auf die Draintime, wie beispielsweise der Protein- und Fettgehalt der Milch als auch der Milchfluss in zukünftigen Studien unter Verwendung von Korrelationen betrachtet werden. Abschließend ist eine züchterische Bearbeitung der aus dem CellSense™-System generierten Merkmalen und den in den Praxis üblichen Merkmalen (Leitfähigkeit, Zellzahl aus der Milchkontrolle, Mastitis-Fälle) geplant.

## 2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

In Tabelle 9 sind die Projektausgaben nach Verwendungszweck sowie die Differenz zum ursprünglichen Finanzierungsplan aufgeschlüsselt.

**Tabelle 9:** Übersicht über die Projektausgaben nach Verwendung

Verwendungszweck	Personalmittel	Sonstige allg. Verwaltungsausgaben	Dienstreise
Position	812 - 822	843	846
Ausgaben bis 31.12.2012	228.945,58 €	14.326,50 €	2.330,52 €
Ursprünglich geplant laut Finanzplan	228.464,90 €	15.081,97 €	5.222,82 €
Differenz	480,68 €	-755,47 €	-2892,30 €

Die Gesamtausgaben betragen	€	245.602,60
im Finanzierungsplan vorgesehen waren	€	248.769,68
somit unterschritten die Ausgaben den Finanzierungsplan um	€	3.167,08

## 2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Für die genetisch-statistische Analyse der Merkmale Futteraufnahme, Energiebilanz und das Verhältnis zwischen Fett und Eiweißgehalt waren lange Beobachtungszeiträume und Datenerhebungen bei einer Vielzahl von Kühen erforderlich. Die arbeits- und zeitintensiven Datenerhebungen waren notwendig, um für die betrachteten Merkmale verlässliche Messwerte in ausreichendem Umfang zu erhalten. Trotz des umfangreichen Datenmaterials waren die genetischen Korrelationen zum Teil mit hohen Standardfehlern behaftet, dennoch konnten wichtige Erkenntnisse erhalten werden.

Die Evaluierung des Systems zur automatischen Lahmheitserkennung nahm sehr viel Zeit in Anspruch, so dass es zu erheblichen zeitlichen Verzögerungen hinsichtlich des

geplanten Ablaufes des Vorhabens kam. Im Endeffekt wurde im Rahmen der Evaluierung festgestellt, dass das verwendete Gerät technisch nicht ausgereift ist und werkseitige Fehler innerhalb der Hard- oder Software vorliegen.

Weiterhin wurden in diesem Teilprojekt umfangreiche Analysen der Merkmale Lahmheit und Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen sowie der Beziehung zwischen den Exteriurmerkmalen des Fundaments und den Erkrankungen durchgeführt. Dies erforderte eine arbeits- und zeitintensive Datenerhebung und statistische Auswertung der Daten. Für die genetisch-statistischen Analysen fand eine komplexe Software Verwendung.

Eine sehr arbeitsaufwändige Beprobung der Kühe mit einer hohen Frequenz von 2 Proben pro Woche und die darauffolgende Analyse im Labor war erforderlich, um einen großen Datenumfang für die detaillierte Untersuchung der Regelmäßigkeit des Zyklusgeschehens im Rahmen des Teilprojektes Fruchtbarkeit zu gewährleisten. Die anschließende Anpassung und Durchführung der Zeitreihenanalysen mit Interpolation und nachfolgendem Tiefpassfilter an das spezifische Datenmaterial zur Ergebnisverdichtung der Kurvenparameter war sehr zeit- und arbeitsintensiv. Weiterhin mussten die Kurven und die Fruchtbarkeitsparameter zueinander in Beziehung gesetzt werden, um unter Verwendung der Kaplan-Meier-Survival-Analysen die Gützeit und die mittlere Rastzeit analysieren zu können.

Die Implementierung der Messtechnik zur online-Messung der Eutergesundheit während des Melkvorganges beanspruchte mehr Zeit als ursprünglich geplant. Weiterhin musste eine umfangreiche Auswertungssoftware erstellt werden, um die erhobenen Messwerte mit den Melkparametern und den Daten der wöchentlichen Milchkontrolle verknüpfen zu können. Die endgültige Datei umfasste ca. 28.000 Messwerte, welche für die statistische Analyse herangezogen werden konnten. Da in der Untersuchung deutlich wurde, dass systematische Unterschiede zwischen den Messgeräten bestanden, wurde eine Methode zur Verifizierung des Messverfahrens entwickelt und durchgeführt.

## **2.4 Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse**

Die Ergebnisse im Bereich Stoffwechsel zeigten, dass das Fett:Eiweiß-Verhältnis der Milch kostengünstig und flächendeckend als Parameter für die energetische Situation in der Frühlaktation eingesetzt werden kann. Das Fett:Eiweiß-Verhältnis stellt somit ein potentielltes Hilfsmerkmal für die züchterische Reduktion der Krankheitsanfälligkeit dar und kann als solches in Zuchtprogramme implementiert werden, um beispielsweise die Stoffwechselstabilität hochleistender Kühe zu verbessern. Da es sich bei dem Fett:Eiweiß-Verhältnis um ein Optimalmerkmal handelt, d.h. das sowohl ein zu hohes als auch ein zu niedriges Fett:Eiweiß-Verhältnis mit einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit und einem er-

höhten Abgangsrisiko einhergeht, bedarf es zur Überprüfung der Ergebnisse, der Schätzung von umfassenden Zuchtwerten mit einer größeren Anzahl an Tieren.

Die automatisierte Körperkonditionsbeurteilung bei bewegten Kühen konnte auf Grund der derzeit begrenzten Möglichkeiten der verfügbaren Time-of-Flight Kameras nicht realisiert werden. In der Bewegung entstehen zu große Messungenauigkeiten, sogenannte Bewegungsartefakte, die die Extraktion von Kennwerten aus den 3D-Bildern verhindert.

Aus dem Projektteil Lahmheitserkennung konnten hinsichtlich der Projektziele, die die automatisierte Lahmheitserkennung betrafen, infolge der mangelhaften StepMetrix™-Technik sowie der unzureichenden Messgenauigkeit (Bewegungsartefakte) bei der in der Bewegung ermittelten 3D-Informationen durch die Time-of-Flight Kamera, keine verwertbaren Ergebnisse erzielt werden.

Die Ergebnisse im Bereich der visuellen Lahmheitserkennung zeigten, dass das Merkmal Lahmheit ein geeignetes Hilfsmerkmal für die züchterische Verbesserung der Klauen- und Gliedmaßengesundheit darstellt. Im Vergleich zur direkten Erfassung der Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen ist die Beurteilung der tierindividuellen Lahmheit kostengünstiger und weniger aufwändig durchführbar. Die flächendeckende Erhebung des Merkmals ist infolge der zeitaufwändigen Durchführung jedoch problematisch. Denkbar wäre eine Erfassung auf den bestehenden Testherden oder Bullenmütterprüfstationen.

Zum einen garantiert die Größe der betreffenden Herden einen für die züchterische Bearbeitung sinnvollen Datenumfang. Zum anderen gewährleistet die intensive Betreuung auf den Betrieben die notwendige Genauigkeit bei der Beurteilung der Tiere und die erforderliche Qualität der erhobenen Daten.

Die Analyse der Beziehungen zwischen den Exterieurmerkmalen des Fundaments und den Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen bestätigte, dass eine indirekte Selektion unter Verwendung der Exterieurmerkmale, wie bereits im Zuchtprogramm integriert, sinnvoll ist.

Im Bereich Fruchtbarkeit konnte gezeigt werden, dass eine objektive Darstellung des Zyklusgeschehens mittels Progesteronmesswerten möglich ist und eine Differenzierung der Kühe hinsichtlich ihrer Fruchtbarkeitleistung erlaubt. Es wurden validierte Methoden zur Detektion des CLA (Beginn der lutealen Aktivität) sowie der Länge der lutealen Aktivität entwickelt. Wie von den Projektpartnern nachgewiesen, steht das Merkmal CLA für die züchterische Nutzung zur Verfügung.

Die Messtechnik zur online-Messung der Eutergesundheit während des Melkvorganges konnte erfolgreich in das Melkkarussell integriert werden. Die Beziehung zwischen den vom CellSense™-System generierten Messwerten für die Zellzahl und der aus den wöchentlichen Milchkontrollen ermittelten Zellzahl betrug im gesamten Datensatz 0,52. Eine

Korrelation von 0,74 konnte im Rahmen der durchgeführten Verifizierung des Messverfahrens ermittelt werden. Das Verfahren ist somit für die automatische Bestimmung der Eutergesundheit bzw. der Zellzahl im Rahmen der Leistungsprüfung und somit zur Implementierung im Zuchtprogramm nutzbar. Eine vorherige varianzanalytische Untersuchung der Messwerte erscheint sinnvoll.

## **2.5 Während der Durchführung bekannt gewordener Fortschritt bei anderen Stellen**

Das im Teilbereich Eutergesundheit verwendete CellSense<sup>TM</sup>-System wurde im Rahmen des Zusammenschlusses der Entwicklungsfirma Sensortec mit der Firma Dairy Automation Limited bezüglich der Kapillarviskosimetrie weiterentwickelt. Dabei wurde der Aufbau der Messgeräte verändert und das technische Prinzip (Messung der Zeit, die eine definierte Milchmenge benötigt, um eine genormte Bohrung zu durchfließen) weiterentwickelt und verbessert.

Bezüglich der anderen im vorliegenden Projekt verfolgten Zielmerkmale liegen keinerlei bedeutsame Informationen zu Ergebnissen von dritter Seite vor.

## **2.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichung der Ergebnisse**

**Neitzel, A.-C., W. Junge, G. Thaller. 2012.** Online-Erfassung von Eutererkrankungsdaten mit CellSense<sup>TM</sup>. Tagungsband DGfZ-Jahrestagung 12./13.09.2012, Halle/Wittenberg

**Neitzel, A.-C., W. Junge, G. Thaller. 2013.** Evaluation of the device-dependent variation of an indirect on-line automated California Mastitis Test. Geplante Veröffentlichung

**Neitzel, A.-C., W. Junge, G. Thaller. 2013.** Kalibrierung eines automatisierten California Mastitis Tests unter Berücksichtigung der gerätespezifischen Variation. Tagungsband DGfZ-Jahrestagung 4./5.09.2011, Göttingen. Geplante Veröffentlichung

**Neitzel, A.-C., W. Junge, G. Thaller. 2013.** Indirect online detection of udder health with an automated California Mastitis Test in lactating dairy cows. 64st Meeting of the EAAP, Nantes, France, 26.-30. August 2012

**von Leesen, R., J. Tetens, W. Junge, G. Thaller. 2011.** Analyse von Progesteronprofilen als Grundlage von Fruchtbarkeitsparametern beim Rind. Tagungsband DGfZ-Jahrestagung 6./7.09.2011, Weihenstephan

**von Leesen, R., J. Tetens, W. Junge, G. Thaller. 2011.** Analyse von Progesteronprofilen als Grundlage von Fruchtbarkeitsparametern beim Rind. Köllitischer Fachgespräche, Meißen, Dezember 2011

- 
- von Leesen, R., J. Tetens, W. Junge, G. Thaller. 2012.** Fertility Analysis in Dairy Cows: Use of progesterone profiles to define objective traits of physiological dairy fertility. 63st Meeting of the EAAP, Bratislava, Slovakia, 27.-31. August 2012.
- von Leesen, R., J. Tetens, W. Junge, G. Thaller. 2013.** Mathematical approaches to detect low concentrations in progesterone profiles. Eingereicht bei ANIMAL
- von Leesen, R., J. Tetens, W. Junge, G. Thaller. 2013.** Characterization of luteal activity in high yielding dairy cows after normal or delayed resumption of ovarian activity. Geplante Veröffentlichung
- von Leesen, R., J. Tetens, E. Stamer, W. Junge, G. Thaller, N. Buttchereit. 2013.** Effect of genetic merit for energy balance on luteal activity and subsequent reproductive performance in primiparous Holstein Friesian cows. Eingereicht bei Journal of Dairy Science
- Weber, A., E. Stamer, W. Junge, G. Thaller. 2012.** Analyse von Locomotion Scores und Klauen- und Gliedmaßenkrankungen beim Milchrind. Tagungsband DGfZ-Jahrestagung 12./13.09.2012, Halle/Wittenberg
- Weber, A., E. Stamer, W. Junge, G. Thaller. 2012.** Investigations of Locomotion Score in dairy cows. 63st Meeting of the EAAP, Bratislava, Slovakia, 27.-31. August 2012.
- Weber, A., E. Stamer, W. Junge, G. Thaller. 2013.** Genetic parameters for claw and leg diseases and lameness. Journal of Dairy Science, 96:3310-3318
- Weber, A., E. Stamer, W. Junge, G. Thaller. 2013.** Genetic correlations between claw and leg diseases, lameness, foot and leg conformation traits, stature and body weight in German Holstein-Friesian heifers. Geplante Veröffentlichung

## Literaturverzeichnis

- Bicalho, R. C., S. H. Cheong, G. Cramer, C. L. Guard. 2007. Association between a visual and an automated locomotion score in lactating Holstein cow. *Journal of Dairy Science*. 90: 3294-3300.
- Buttchereit, N., E., Stamer, W. Junge, G. Thaller. 2012. Fett:Eiweiß-Verhältnis der Milch – ein Energiebilanzparameter für die Zucht auf gesündere Milchkühe? 6. Rinder Workshop, Uelzen, 14.-15. Februar, S. 49-59.
- Darwash, A. O., G. E. Lamming, J. A. Woolliams. 1997. Estimation of genetic variation in the interval from calving to postpartum ovulation of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80: 1227-1234
- Gilmour, A. R., B. J. Gogel, B. R. Cullis, R. Thompson. 2009. ASReml User Guide. Release 3.0. VSN International Ltd., Hemel Hempstead, UK.
- Green, L. E., V. J. Hedges, Y. H. Scukken, R. W. Blowey, A. J. Rackington. 2002. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 85:2250-2256
- Hinrichs, D. E. Stamer, W. Junge, E. Kalm. 2005. Genetic analyses of mastitis data using animal threshold models and genetic correlation with production traits. *Journal of Dairy Science*. 88:2260-2268.
- Hüttmann, H. 2007. Analyse der Futteraufnahme und der Energiebilanzmerkmale bei hochleistenden, erstlaktierenden Milchkühen. Schriftreihe des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der CAU zu Kiel, Heft 164.
- Madsen, P. und J. Jensen. 2010. A User's Guide to DMU: A Package for Analysing Multivariate Mixed Models. Version 5.0, release 6. Aarhus University, Foulum, Denmark. [http://dmu.agrsci.dk/dmuv6\\_guide.5.0.pdf](http://dmu.agrsci.dk/dmuv6_guide.5.0.pdf).
- Manson, F. J. und J. D. Leaver. 2989. The effect of concentrate: silage ration and of hoof trimming on lameness in dairy cattle. *Animal Production*. 49:15-22.
- Petersson, K. J., B. Berglund, E. Strandberg, H. Gustafsson, A. P. F. Flint, J. A. Woolliams, M. D. Royal. 2007. Genetic analysis of postpartum measures of luteal activity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 90:427-434.
- Rajkondawar, P. G., U. Tasch, A. M. Lefcourt, B. Erez, R. M. Dyer, M. A. Varner. 2002. A system for identifying lameness in dairy cattle. *Applied Engineering in Agriculture*. 18: 87-96

- 
- Salau, J., J.H. Haas, W. Junge, U. Bauer, J. Harms, O. Suhr, K. Schönrock, H. Rothfuß, S. Bielecki. 2013. Usage of the SR4K Time-Of-Flight-Camera in Cow Barns for automated monitoring of Body Condition. Geplante Veröffentlichung
- Salau, J.; W., Junge, A. Weber, U. Bauer, J. Harms, O. Suhr. 2011. Entwicklung und Bewertung eines automatischen optischen Sensorsystems zur Körperkonditionsüberwachung bei Milchkühen. Tagungsband der 10. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. 27.-29.09.2011, Kiel. S. 387-394.
- SAS Institute. 2008. SAS/SAT User's Guide. Release 9.2. SAS Institute, Cary, NC.
- Sprecher, D. J., D. E. Hostetler, J. B. Kaneene. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47:1179-1187.
- Veerkamp, R. F. 1998. Selektion for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: a review. *Journal of Dairy Science*. 81:1109-1119.
- Veerkamp, R. F., J. K. Oldenbroek, H.J. Van der Gaast, J. H. J. Van der Werf. 2000. Genetic correlation between days until start of luteal activity and milk yield, energy balance, and live weight. *Journal of Dairy Science*. 83:577-583.
- VIT. 2013. Beschreibung der Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale, Zellzahl, Exterieurmerkmale, Nutzungsdauer und Zuchtleistungsmerkmale. Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. [http://www.vit.de/fileadmin/user\\_upload/vit-fuers-rind/zuchtwertschaetzung/milchrinder-zws-online/Zws\\_Bes\\_deu.pdf](http://www.vit.de/fileadmin/user_upload/vit-fuers-rind/zuchtwertschaetzung/milchrinder-zws-online/Zws_Bes_deu.pdf)

**„Innovative Verfahren der Leistungsprüfung beim Milchrind als Grundlage des modernen Zuchtprogramms der Nord-Ost Genetic“**

*INNO-Z*

Projektleiter: Prof. Dr. Georg Thaller, Dr. Wolfgang Junge

Projektbearbeiter: Anne-Christin Neitzel, Regina von Leesen, Astrid Weber

In diesem Projekt wurden neue Merkmale und Methoden der Datenerhebung entwickelt, welche die Funktionalität und Gesundheit möglichst exakt erfassen und in zukünftige Zuchtprogramme integriert werden können.

Das Merkmal Fett:Eiweiß-Verhältnis stellt ein Hilfsmerkmal für die züchterische Reduktion der Krankheitsanfälligkeit dar und kann als solches in zukünftigen Zuchtprogrammen Verwendung finden, um beispielsweise die Stoffwechselstabilität hochleistender Kühe zu verbessern.

Das mit einem visuellen System zur Lahmheitserkennung erhobene Merkmal Lahmheit konnte als geeignetes Hilfsmerkmal für die züchterische Verbesserung der Klauen- und Gliedmaßengesundheit ermittelt werden. Weiterhin ist eine indirekte Selektion auf Klauen- und Gliedmaßengesundheit unter Verwendung von Exterieurmerkmalen, wie bereits im Zuchtprogramm integriert, sinnvoll. Die Evaluierung des Systems zur automatisierten Lahmheitserkennung zeigte die erheblichen technischen Mängel des Gerätes auf. Auf Grund der unzureichenden Genauigkeit der durch die Time-of-Flight Kamera aufgezeichneten Bildinformationen von bewegten Kühen konnte auch diese Technik nicht sinnvoll zur automatisierten Lahmheitserkennung genutzt werden.

Es wurden validierte Methoden zur Detektion des Beginns sowie der Länge der Lutealphase anhand von Progesteronprofilen entwickelt. Durch diese objektivere Merkmalsbeschreibung kann eine züchterische Verbesserung des Fruchtbarkeitsgeschehens erreicht werden.

Neue Erkenntnisse konnten im Hinblick auf die Nutzung einer Messtechnik zur online-Messung der Eutergesundheit während des Melkvorganges gewonnen werden.