

Aus der Klinik für Klauentiere  
des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

# **Milchleistung als ein Faktor der Tiergesundheit und Fruchtbarkeit**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin der  
Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Carol Fölsche  
Tierärztin  
aus Zittau

Berlin 2012

Journal-Nr.: 3569

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg  
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Rudolf Staufenberg  
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Holger Martens  
Dritter Gutachter: Prof. Dr. Wolf-Rüdiger Stenzel

*Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):*

cattle, dairy cows, milk yield, environmental factors, location of production, animal health, cattle diseases, fertility, reproduction, mastitis, metabolic disorders, ketosis, hypocalcaemia, abomasum, claws, culling

Tag der Promotion: 03.12.2012

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-247-2

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2012**

Dissertation, Freie Universität Berlin

**D 188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2012

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

[verlag@menschundbuch.de](mailto:verlag@menschundbuch.de) – [www.menschundbuch.de](http://www.menschundbuch.de)

Für meine Eltern



## Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung.....	1
2.	Literaturübersicht.....	2
2.1.	Entwicklung der Milchleistung.....	2
2.1.1.	Entwicklung der Milchleistung in Deutschland.....	3
2.1.2.	Entwicklung der Milchleistung in Europa.....	4
2.1.3.	Entwicklung der Milchleistung in der Welt.....	5
2.2.	Leistungsziele und Wirtschaftlichkeit.....	6
2.2.1.	Leistungsgrenze.....	10
2.3.	Milchleistung und Tiergesundheit.....	11
2.3.1.	Allgemeines.....	11
2.3.2.	Eutergesundheit.....	15
2.3.2.1.	Zellzahlen.....	15
2.3.2.2.	Mastitis.....	20
2.3.3.	Fruchtbarkeit.....	27
2.3.3.1.	Ovarialzysten.....	30
2.3.3.2.	Schwereburten, Nachgeburtshaltungen.....	36
2.3.3.3.	Fruchtbarkeitskennzahlen.....	41
2.3.3.4.	Metritiden.....	53
2.3.4.	Stoffwechsel.....	56
2.3.4.1.	Gebärparese.....	57
2.3.4.2.	Ketose.....	62
2.3.4.3.	Labmagenverlagerung.....	66
2.3.5.	Bewegungsapparat.....	72
2.4.	Nutzungsdauer, Abgangsursachen.....	80
3.	Material und Methoden.....	81

## Inhaltsverzeichnis

---

3.1.	Material.....	81
3.1.1.	Anamnesedaten.....	81
3.2.	Methoden.....	84
3.2.1.	Biostatistische Auswertung.....	84
4.	Ergebnisse.....	86
4.1.	Einfluss des Untersuchungszeitraumes.....	86
4.1.1.	Herdengröße.....	86
4.1.2.	Milchleistungsdaten.....	86
4.1.3.	Zellzahlen.....	90
4.1.4.	Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe.....	91
4.1.5.	Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen.....	94
4.1.6.	Remontierungsrate.....	97
4.2.	Einfluss des Bundeslandes.....	97
4.2.1.	Herdengröße.....	98
4.2.2.	Milchleistungsdaten.....	98
4.2.3.	Zellzahlen.....	99
4.2.4.	Fruchtbarkeitskennzahlen .....	100
4.2.5.	Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen.....	101
4.2.6.	Remontierungsrate.....	102
4.3.	Einfluss der Herdengröße.....	103
4.3.1.	Milchleistungsdaten.....	103
4.3.2.	Zellzahlen.....	105
4.3.3.	Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe.....	107
4.3.4.	Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen.....	110
4.3.5.	Remontierungsrate.....	113
4.3.6.	Bestandsprobleme.....	115
4.3.6.1.	Mastitiden.....	115
4.3.6.2.	Fruchtbarkeitsstörungen.....	115

## Inhaltsverzeichnis

---

4.3.6.3. Stoffwechselstörungen.....	116
4.3.6.4. Klauengesundheit.....	117
4.4. Einfluss der Milchleistung .....	118
4.4.1. Milchleistungsdaten.....	118
4.4.2. Zellzahlen.....	120
4.4.3. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe.....	121
4.4.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen.....	126
4.4.5. Remontierungsrate.....	130
4.4.6. Bestandsprobleme.....	131
4.4.6.1. Mastitiden.....	131
4.4.6.2. Fruchtbarkeitsstörungen.....	132
4.4.6.3. Stoffwechselstörungen.....	134
4.4.6.4. Klauengesundheit.....	135
4.5. Multifaktorielle Regressionsanalyse.....	136
4.5.1. Milchleistung.....	137
4.5.2. Zellzahlen.....	138
4.5.3. Fruchtbarkeit – Kühe.....	138
4.5.3.1. Rastzeiten.....	138
4.5.3.2. Zwischentragezeiten.....	139
4.5.3.3. Zwischenkalbezeiten.....	140
4.5.3.4. Besamungsindex – Kühe.....	141
4.5.4. Fruchtbarkeitskennzahlen – Färsen.....	141
4.5.4.1. Besamungsindex - Färsen.....	141
4.5.4.2. Erstbesamungsalter.....	142
4.5.4.3. Erstkalbealter.....	143
4.5.5. Remontierungsrate.....	143
5. Diskussion.....	145
5.1. Anamnesedaten.....	145

## Inhaltsverzeichnis

---

5.2.	Einfluss der Zeit .....	145
5.3.	Einfluss des Bundeslandes.....	147
5.4.	Einfluss der Herdengröße.....	148
5.5.	Einfluss der Milchleistung.....	150
5.5.1.	Eutergesundheit.....	150
5.5.2.	Fruchtbarkeitsgesundheit.....	151
5.5.3.	Stoffwechselgesundheit.....	154
5.5.4.	Klauengesundheit.....	155
5.5.5.	Remontierung.....	156
6.	Schlussfolgerungen.....	157
7.	Zusammenfassung.....	158
8.	Summary.....	159
9.	Literaturverzeichnis.....	160
10.	Anhang.....	168

## 1. Aufgabenstellung

Der Fokus in der Milchviehzucht liegt nach wie vor auf der Leistung [MIGLIOR et al., 2005]. Die Menge an Milch, die eine Milchkuh liefert, ist ein wichtiger wirtschaftlicher Faktor, wenn nicht der Wichtigste des Milch produzierenden Betriebes [FLEISCHER et al., 2001]. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine höhere Milchleistung einen höheren Gewinn für den Unternehmer bedeutet.

Bereits im frühen 20. Jahrhundert vermutete man einen Zusammenhang zwischen der Leistung, die eine Milchkuh erbringt, und ihrer Gesundheitslage. Vom Verbraucher üblicherweise unter dem Begriff „Produktionskrankheiten“ bezeichnet [STANGASSINGER, 2011]. Dabei sind die Ergebnisse der Arbeiten um dieses Thema nicht einheitlich.

FLEISCHER et al. (2001) beispielsweise sahen zum Teil signifikante Zusammenhänge zwischen Euter-, Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsgesundheit und vorangegangener beziehungsweise aktueller Laktationsleistung. Andere Autoren kommen zu dem Schluss, dass Kühe mit hohen Leistungen nicht häufiger erkranken als Tiere mit geringeren Leistungen [GRÖHN et al., 1989; GRÖHN et al., 1990b; WANGLER und HARMS, 2006].

Die generell als niedrig angesehenen Heritabilitäten der meisten Krankheiten sowie der Fruchtbarkeit einer Kuh lassen zumindest die Vermutung zu, dass weitere Faktoren als die Milchleistung eine Rolle im Rahmen der Tiergesundheit spielen.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, eine über 15 Jahre geführte Datenbank hinsichtlich des Zusammenspiels von Milchleistungen, Euter-, Fruchtbarkeits-, Stoffwechsel- und Klauengesundheit auszuwerten. Dafür wird zunächst die Entwicklung verschiedener Herdenleistungsparameter über die Zeit betrachtet. Anschließend werden die Herdengröße und der Standort (in Form des Bundeslandes) als Umweltfaktoren auf einen möglichen Einfluss auf vorgenannte Parameter hin überprüft. Der Einfluss der Milchleistung auf die verschiedenen Herdenleistungsvariablen wird im Anschluss dargestellt. Für die Herdengröße und die Milchleistung werden zusätzlich Tests auf einen Zusammenhang mit einigen Herdenproblemen aus den Bereichen Euter-, Fruchtbarkeits-, Stoffwechsel- und Klauengesundheit durchgeführt. Abschließend wird für alle betrachteten Herdenleistungsparameter jeweils eine multiple lineare Regressionsanalyse unter Einbeziehung verschiedenster relevanter Variablen ausgeführt.

Welchen Einfluss hat die Milchleistung auf die Tiergesundheit und die Fruchtbarkeit bei Milchkühen?

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Entwicklung der Milchleistung

Etwa 7000 bis 8000 Jahre vor unserer Zeitrechnung begann die Domestikation der europäischen Hausrinder. Zunächst primär als Fleisch- und Dunglieferanten genutzt, ist ab etwa 5000 vor unserer Zeitrechnung auch ihre Nutzung zur Milchgewinnung und als Zugtier belegt. Im 18. Jahrhundert setzte die Form der Rinderzucht ein, wie sie noch heute praktiziert wird und Zuchtverbände entstanden [SCHIERING, 2009]. Durch zunehmende Industrialisierung und Mechanisierung auch in der Landwirtschaft wurde das Rind als Arbeitstier zunehmend überflüssig [KROEMKER et al., 2007; ELFRICH et al., 2009]. Heutige Züchtungsziele sind vor allem eine hohe Fleisch- und Milchleistung, wobei inzwischen selbst Zweinutzungsrassen nicht mehr so gefragt sind wie Einnutzungsrassen Fleisch oder Milch.

Neue Technologien wie künstliche Besamung, Embryonentransfer und Klonung haben die Möglichkeiten der Züchtung immer mehr erweitert. Auch eine gezieltere Fütterung sowie verbesserte Haltungsbedingungen tragen zu immer höheren Milchleistungen bei. Eine Holstein Friesian Kuh gibt heute in 2 Wochen soviel Milch wie ein preußisches Rind Anfang des 19. Jahrhunderts in einem ganzen Jahr [SCHIERING, 2009]. Seit 1950 hat sich die durchschnittliche Milchleistung der Milchkühe mehr als verdreifacht. Laktationsleistungen mit deutlich über 10.000 kg sind heute keine Ausnahme mehr [BREVES und RODEHUTSCORD, 2000].

Die Geschichte des maschinellen Milchentzugs ist dabei fast so alt wie das Melken selbst. Kathetertechniken sind bereits aus der ägyptischen Hochkultur überliefert. Nach vielen Versuchen seit dem 18. Jahrhundert Melksysteme zu entwickeln, wurde erst durch die Entwicklung des Zweiraummelbechers um 1900 eine Technik geschaffen, die zufriedenstellende Melkeigenschaften aufwies [KROEMKER et al., 2007].

Milcherzeugung ist heute fast überall in Europa die wichtigste landwirtschaftliche Tätigkeit [KOMM-EG, 2002].

### 2.1.1. Entwicklung der Milchleistung in Deutschland

Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts beschränkte sich die Milchleistung der Rinder auf die Menge Milch, die zur Versorgung eines Kalbes nötig war. Die gezielte Züchtung auf bestimmte Merkmale wie Fleischansatz oder Milchleistung setzte ein. In den zurückliegenden Jahren hat sich das Leistungsniveau von Milchkühen als Resultat von Zucht und Selektion kontinuierlich gesteigert [WANGLER und HARMS, 2006].

In Deutschland dominieren heute die Arten Deutsche Holstein (schwarz-bunte, rot-bunte) mit 47% der gehaltenen Rinder sowie das Fleckvieh mit 29% [ELFRICH et al., 2009].

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts nahm die Anzahl der Milchkühe in Deutschland von knapp 6 Millionen Tieren in 1950 auf heute etwas über 4 Millionen Tiere stetig ab (Abbildung 2). Lediglich in 2008 war ein leichter Wiederanstieg zu verzeichnen. Gleichzeitig stieg die Milchleistung der Tiere im gleichen Zeitraum von etwas über 3.000 kg auf heute etwa 7.000 kg pro Tier und Laktation deutlich an (Abbildung 1). Dabei besteht ein recht deutliches Leistungsgefälle innerhalb Deutschlands bezüglich der Milchleistungen. 2008 waren es 8.298 kg pro Jahr und Kuh in den neuen Bundesländern und 6.488 kg in den alten Bundesländern [anonym a, 2010].

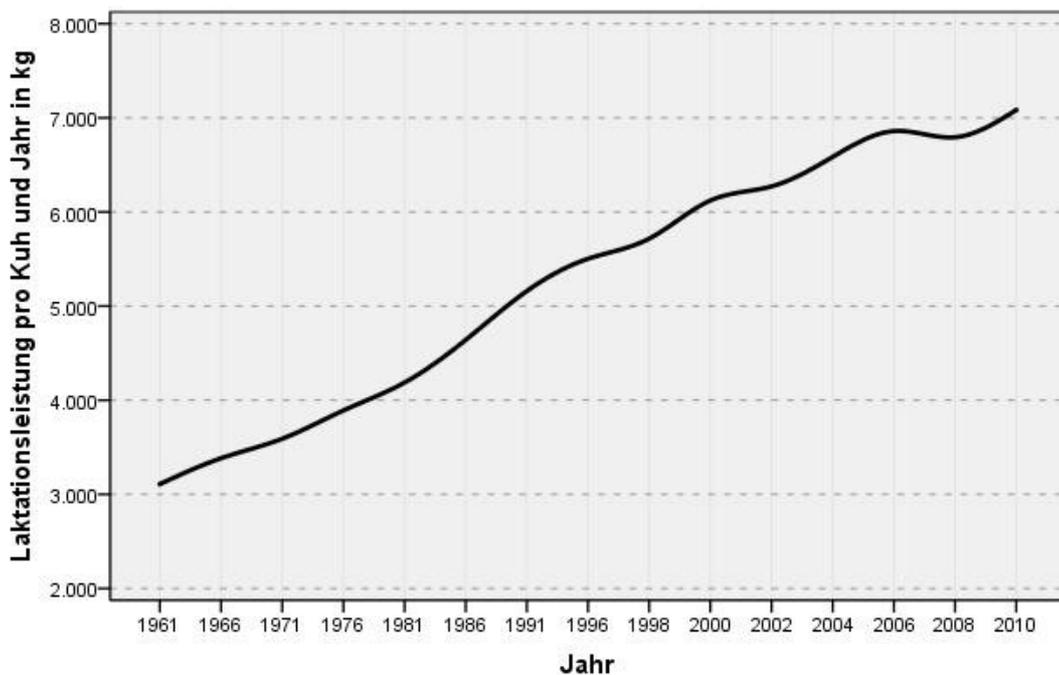


Abbildung 1: Entwicklung der durchschnittlichen Milchleistung pro Laktation in Deutschland (neue und alte Bundesländer), Zahlen: <http://faostat.fao.org>

### 2.1.1. Entwicklung der Milchleistung in Deutschland

Recht klar erkennbar ist die Einführung der Milchquote in Deutschland nach einer Entscheidung der damaligen EG im Jahre 1984 (Abbildung 2).

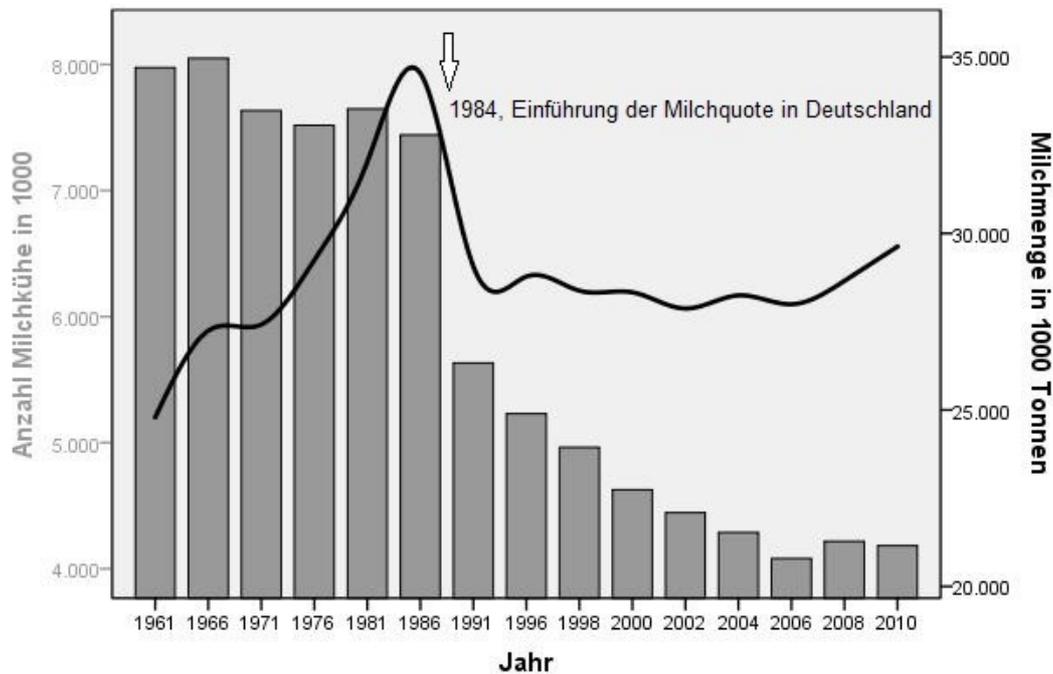


Abbildung 2: Entwicklung der Jahresmilchproduktion und der Tierzahlen in Deutschland, Zahlen: <http://faostat.fao.org>

### 2.1.2. Entwicklung der Milchleistung in Europa

In den meisten Mitgliedstaaten und in der EU insgesamt ist die Milcherzeugung die wichtigste landwirtschaftliche Tätigkeit. Auf EU-Ebene macht der Milchsektor allein rund 14% des Gesamtwerts der landwirtschaftlichen Erzeugung auf Erzeugerebene aus. Das entspricht rund 38 Milliarden €. Die enge Verbindung mit dem Rindfleischsektor bedeutet, dass Fleisch von Milchkuhen weitere 10% des gesamten Outputs der landwirtschaftlichen Erzeugung ausmacht [KOMM-EG, 2002].

Auf die zwei bedeutendsten Erzeugerländer Deutschland (23%) und Frankreich (20%) entfallen zusammen mit dem Vereinigten Königreich, den Niederlanden und Italien rund 75% der Kuhmilcherzeugung [KOMM-EG2002].

Seit den 60er Jahren stieg die Milcherzeugung in Europa stetig an. Lag sie um 1960 noch bei unter 200 Megatonnen waren es um 1990 bereits über 275 Megatonnen Milch. Die in der damaligen EG beschlossene Milchquotenregelung wurde 1993 bei der Gründung der EU europaweit übernommen, gut sichtbar in Abbildung 3.

## 2.1.2. Entwicklung der Milchleistung in Europa

Entsprechend der Entwicklung der Tierzahlen in Deutschland sind auch in der EU heute weit weniger Tiere in der Milchproduktion im Einsatz als noch vor 50 Jahren.

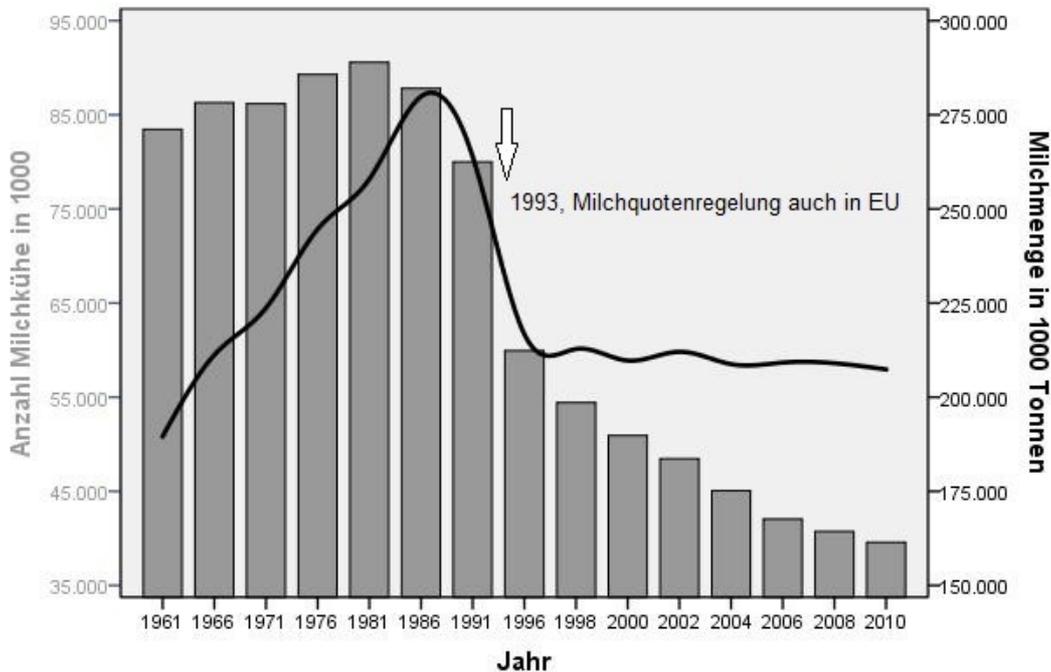


Abbildung 3: Entwicklung der Jahresmilchproduktion und der Tierzahlen in der EU, Zahlen: <http://faostat.fao.org>

## 2.1.3. Entwicklung der Milchleistung in der Welt

2001 belief sich die weltweite Erzeugung von Kuhmilch auf 585 Millionen Tonnen. Die EU stellte 21,3% dieser Gesamtmenge, Indien 14,7%, die USA 13,1%, Russland 5,5% und Brasilien 3,9%. An siebter und elfter Stelle folgen Neuseeland (2,2%) und Australien (1,9%).

Die Nachfrage nach Milch und Milcherzeugnissen ist in Europa konzentriert. Der weltweit größte Verbraucher ist die EU mit einem Anteil von 21%, gefolgt von Indien (13%) und den USA (12%) [KOMM-EG, 2002].

Im Jahr 2007 führte die USA diese Statistik zur Weltjahresproduktion an (89,189 Megatonnen) gefolgt von Indien, China und der Russischen Föderation. Platz 5 dieser Statistik belegt Deutschland mit 28,403 Megatonnen Milch [anonym a, 2010].

Mit 9.330 kg Milch pro Kuh und Laktation sind die USA auch in dieser Hinsicht die Spitzenreiter in der Weltmilchproduktion, gefolgt von Japan (9.320 kg) und Kanada (8.380 kg). Erst auf Platz 5 mit 5.520 kg folgt die EU. Am unteren Ende der Weltskala sind die Länder Mexiko mit 1.740 kg, Brasilien mit 1.670 kg und Indien mit 1.210 kg je Kuh und Jahr zu finden [anonym

### 2.1.3. Entwicklung der Milchleistung in der Welt

b, 2010]. Andere Literatur sieht Israel auf der Spitzenposition. Die 93.720 israelischen Milchkühe unter Milchkontrolle (90%) geben im Schnitt 11.281 kg Milch mit 3,58% Fett und 3,17% Eiweiß im Jahr bei meist dreimaligem Melken [anonym c, 2010].

Während sich die jährliche Milchproduktion in Deutschland und der EU auf einem stabilen Level bewegt (Milchquote), steigt die Weltmilchproduktion stetig weiter an (Abbildung 4). Ähnliches gilt für die Tierzahlen. Auch hier ist entgegen den Entwicklungen in Deutschland und Europa eine Zunahme festzustellen.

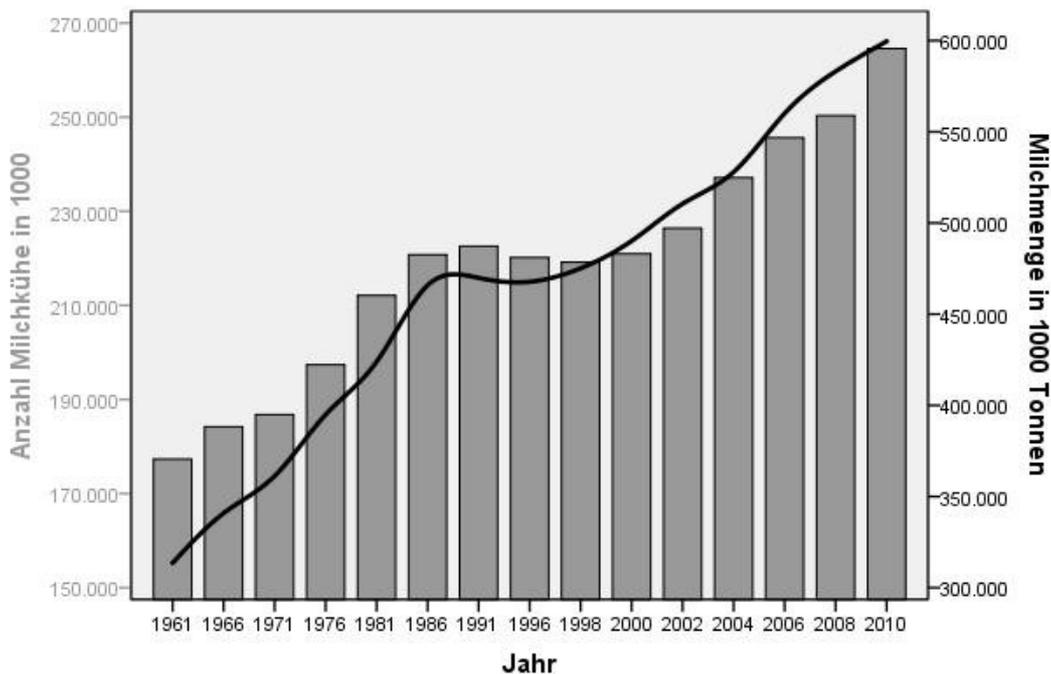


Abbildung 4: Entwicklung der Jahresmilchproduktion und der Tierzahlen in der Welt, Zahlen: <http://faostat.fao.org>

## 2.2. Leistungsziele und Wirtschaftlichkeit

Der Fokus in der Milchviehzucht liegt nach wie vor auf der Leistung, wie in Abbildung 5 zu sehen. Dänemark bewertet diese Komponente als einziger der 15 untersuchten Staaten anteilig unter 50%. Es hat gleichzeitig die ausgewogenste Mischung der Züchtungsschwerpunkte (Milchleistung, Langlebigkeit sowie Gesundheit und Fruchtbarkeit) [MIGLIOR et al., 2005].

Die Menge an Milch, die eine Milchkuh liefert, ist ein wichtiger wirtschaftlicher Faktor des Milch produzierenden Betriebes [FLEISCHER et al., 2001]. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine höhere Milchleistung einen höheren Gewinn für den Unternehmer bedeu-

## 2.2. Leistungsziele und Wirtschaftlichkeit

tet. Deshalb wird durch Zucht und Management versucht, die Milchleistung auch in Zukunft weiter zu steigern. Wobei hierbei Einschränkungen sowohl seitens der Tiere, wie zum Beispiel der Genetik, als auch seitens des Milchproduzenten, wie beispielsweise das Fütterungsmanagement, die Melktechnik oder die Grobfutterqualität, hingenommen werden müssen.

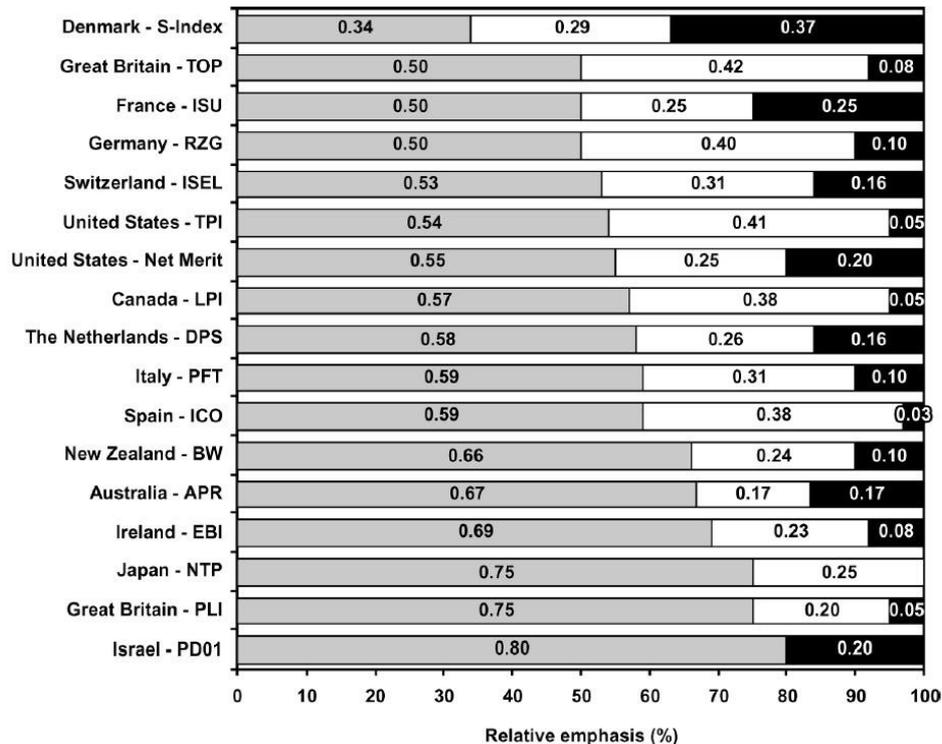


Abbildung 5: Relative Gewichtung von Produktivität (grau), Langlebigkeit (weiß) und Fruchtbarkeit (schwarz), [MIGLIOR et al., 2005]

Die Nutzungsdauer einer Milchkuh hat einen direkten Einfluss auf ihre Wirtschaftlichkeit. Dabei hat die Umwelt eine ganz überwiegende Bedeutung für die Nutzungsdauer und damit auch für die Lebensleistung [EILERS, 2007]. Die Wirtschaftlichkeit eines Tieres setzt aber immer auch seine weitestgehende Gesundheit und problemlose Haltung voraus [LÜHRMANN, 2005].

Um die Effizienz einer Milchkuh beschreiben zu können, bietet sich als aussagekräftiges Merkmal die Leistung pro Lebenstag an [SPRENGEL und DORFNER, 2008; WANGLER und HARMS, 2006]. Bei der Lebensleistung pro Tag oder auch Lebenseffektivität wird die Leistung, die während der Laktationen erbracht wird, gegen die Lebenstage der Milchkuh gerechnet, so dass auch die unproduktiven Phasen in diesem Parameter Gewichtung finden [WANGLER und HARMS, 2006]. Im Gegensatz zur Nutzungseffektivität wird hier die gesam-

## 2.2. Leistungsziele und Wirtschaftlichkeit

te Aufzuchtphase berücksichtigt [EILERS, 2007; LÜHRMANN, 2005]. Die Lebenseffektivität entspricht also der Lebensleistung pro Lebenstag. Ab einer Lebenseffektivität von 15 kg würde ein positives kalkulatorisches Betriebsergebnis erreicht (Abbildung 6) [WANGLER und HARMS, 2006]. Nach EILERS (2007) sind dazu mindestens 16 kg notwendig, beziehungsweise eine Lebensleistung von 40.000 kg in fünf Laktationen mit Jahresleistungen von 8.500 kg oder in acht Laktationen mit durchschnittliche 7.500 kg Jahresleistung. Diese Zahlen unterliegen jedoch betriebsspezifischen Schwankungen. Weiterhin ist dieser Parameter für Kühe aus Zweinutzungsrasen, bei denen auch der Verkauf von Kälbern eine wichtige Einnahmequelle ist, weniger geeignet [SPRENGEL und DORFNER, 2008].

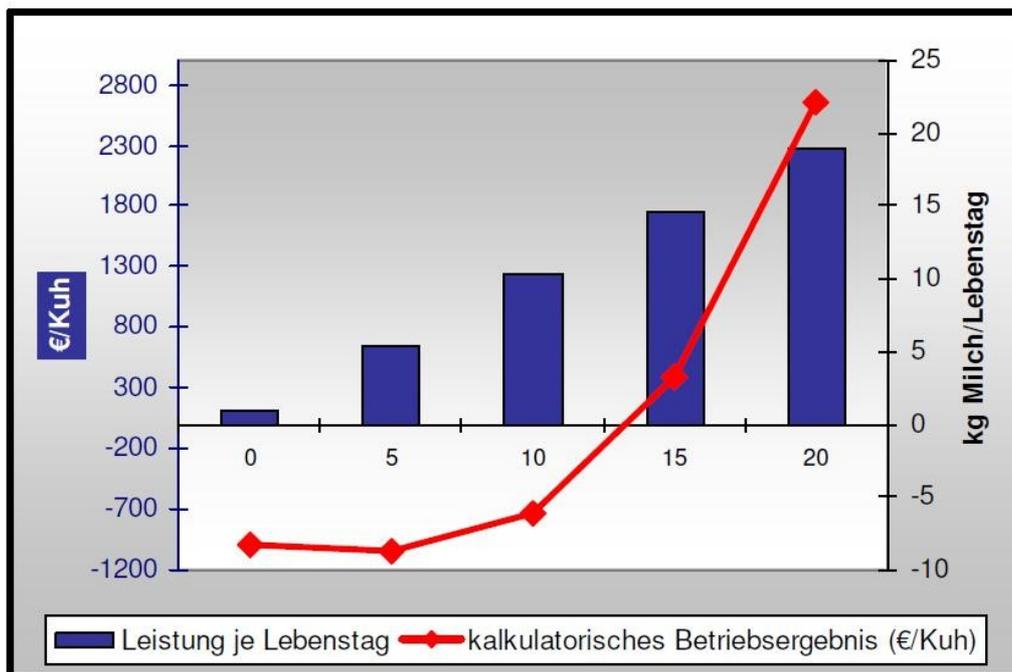


Abbildung 6: Kalkulatorisches Betriebsergebnis (€/Kuh) in Abhängigkeit von der Lebensleistung [WANGLER und HARMS, 2006]

Bei einer heutigen durchschnittlichen Nutzungsdauer von drei Laktationen und einem Erstkalbealter von 30 Monaten wäre eine durchschnittliche Jahresleistung von 10.640 kg nötig, um die benötigten 16 kg Lebensleistung zu erreichen. Eine Verlängerung der Nutzungsdauer auf fünf Laktationen und ein Reduzieren des Erstkalbealters auf 26 Monate senkten diesen Wert auf 8.336 kg pro Jahr [EILERS, 2007].

Die natürliche Altersgrenze des Rindes wird auf 20 bis 25 Jahre geschätzt [KLUG et al., 2002]. Derzeit werden Milchkühe bundesweit im Durchschnitt 2,8 Laktationen genutzt. 43% aller MLP-Kühe haben eine Lebensdauer von nicht einmal vier Jahren [VIT]. Bei sehr vielen

## 2.2. Leistungsziele und Wirtschaftlichkeit

Tieren wird das leistungsphysiologische Optimum wegen frühzeitiger Merzung aus Krankheitsgründen nicht genutzt [ANACKER, 2007]. In einer Studie von 1927 waren 1.505 Kühe - von 4.671 an der Studie teilnehmenden Milchkühen - in der 5. Laktation oder älter. Das entsprach einem Anteil von beinahe einem Drittel [GAINES, 1927]. 2009 waren 35,7% der Schwarzbunten Holsteinkühe in der 1. Laktation. War das Alter einer Kuh im Jahr 1979 noch zu 10,4% Abgangsursache aus der Herde, waren es 2006 nur noch 1,3%. [VIT] beziehungsweise 3,5% in 2011, wobei das durchschnittliche Alter der Milchkühe bei 4,6 Jahren war [ADR, 2012].

Tabelle 1: Welche Leistungen für hohe Lebens effektivitäten nötig sind [LÜHRMANN, 2005]

EKA <sup>2</sup>	15 kg Milch Lebens effektivität <sup>1</sup>			19 kg Milch Lebens effektivität <sup>1</sup>			
	24	27	30	24	27	30	
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
Nutzungsdauer	2	12 000	12 750	12 848	14 540	15 407	16 275
	3	10 000	10 109	10 566	12 227	12 805	13 383
	4	9 000	9 082	9 424	11 070	11 504	11 937
	5	8 400	8 465	8 739	10 376	10 723	11 070
	6	8 000	8 055	8 283	9 913	10 202	10 492
	7	7 714	7 761	7 957	9 583	9 831	10 078

<sup>1</sup> = Zwischenkalbezeit 400 Tage, Trockenstehzeit 42 Tage, <sup>2</sup> = Erstkalbealter in Monaten

Eine Auswertung von Kühen mit einer Lebensleistung von mehr als 100.000 kg Milch zeigt, dass mehr als 80 Prozent der ausgewerteten 895 Kühe ihre individuelle Höchstleistung erst in der vierten oder späteren Laktation erbracht hatten. 133 der ausgewerteten Kühe erreichten ihre individuelle Höchstleistung sogar erst in der neunten oder späteren Laktation [LÜHRMANN, 2005]. Jungtiere sollten daher verstärkt nach ihrem Exterieur und nicht primär nach ihrer Einsatzleistung selektiert werden [EILERS, 2007; LÜHRMANN, 2005]. Dass die einseitige Zucht auf Leistung die Fitness einer Population schmälert, ist eine in der Tierzucht anerkannte Tatsache [KLUG et al., 2002].

Andererseits führt eine längere Nutzungsdauer allein nicht zwangsläufig zu einer besseren Wirtschaftlichkeit [WANGLER, 2007]. Hierzu ist weiterhin eine ansprechende Lebensleistung erforderlich. Jedoch ist die Wahrscheinlichkeit einer höheren Lebens effektivität für Kühe mit längerer Nutzungsdauer deutlich höher [LÜHRMANN, 2005].

Nach ROSSOW (2008) ist eine Steigerung der Lebenseffizienz über eine Senkung des Erstkalbealters, einer Erhöhung der Milchleistung je Laktation sowie einer Verlängerung der Nutzungsdauer bei hohem Leistungsniveau möglich. Die Züchtung auf hohes Futteraufnahmevermögen, Stoffwechselgesundheit, geringe Krankheitsanfälligkeit und stabile Fruchtbarkeit sei eine langfristige Aufgabe von hohem Rang.

### 2.2.1. Leistungsgrenze

Prognostiziert werden durch die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft für den Zeitraum 2010 bis 2020 Herdenmilchleistungen in Spitzenbetrieben von 15.000 bis 20.000 kg. Einzelne Tiere sollen sogar Spitzenleistungen von 25.000 kg Milch pro Laktation erreichen können [ROSSOW, 2008]. In der Hochlaktation könne dies Leistungen von 60-80 kg pro Tag bedeuten [KROEMKER et al., 2007]. Wesentliche limitierende Faktoren für die Milchleistung sind die freiwillige Futteraufnahme, der Energiegehalt in Grund- und Kraftfutter einer wiederkäuergerechten Ration sowie die Durchblutung der Milchdrüse [BREVES und RODEHUTSCORD, 2000; ROSSOW, 2008].

Für einen begrenzten Zeitraum ist es Kühen jedoch möglich, die Grenzen der physiologisch begrenzten Energieaufnahme durch Mobilisierung körpereigener Energiereserven zu überschreiten. Diese postpartale negative Energiebilanz (NEB) ist eine normale Anpassung der Milchkuh an die Energieausgabe zu Beginn der Laktation. Lediglich seine Intensität wird durch die Höhe der Milchleistung und das Ausmaß der Fettspeicher beeinflusst [STANGASSINGER, 2011].

Jedoch ist selbst bei einer Laktationsleistung von 60 kg pro Tag in der vierten bis sechsten Laktationswoche die obere Leistungsgrenze bei einer durchschnittlichen Milchkuh hinsichtlich des möglichen Energieumsatzes in der Frühlaktation noch weit entfernt [ROSSOW, 2008]. Auch eine Kuh, die 10.000 kg Milch pro Laktation gibt, ist von der generell angenommenen Leistungsgrenze, die dem siebenfachen des Grundumsatzes bei Dauerleistungen entspricht, noch weit entfernt [STANGASSINGER, 2011].

Weiteres Potential sehen KROEMKER et al. (2007) in der Melkfrequenz. Drei- oder sogar viermaliges Melken pro Tag solle zumindest kurzfristig durch Verlangsamung der Apoptose der Laktozyten die Persistenz und damit die Leistung im Verlauf der Laktation steigern.

### 2.3. Milchleistung und Tiergesundheit

#### 2.3.1. Allgemeines

Bereits im frühen 20. Jahrhundert vermutete man einen Zusammenhang zwischen der Leistung, die eine Milchkuh erbringt, und ihrer Gesundheitslage. Verschiedene Schriften und Arbeiten aus vielen Teilen unserer Erde und ihre Anzahl vermitteln einen Eindruck darüber, welche Bedeutung dieses Thema hat. Die Ergebnisse sind dabei sehr unterschiedlich. Wo die einen Autoren Zusammenhänge sehen, existieren diese für andere Autoren nicht. Weiterhin gibt es eine Vielzahl von Ansätzen, die diese nur äußerlich einfach erscheinenden Fragen versuchen zu beantworten [LESCOURRET et al., 1995].

33,3% aller Kühe wurden mindestens einmal pro Laktation von einem Veterinärmediziner wegen irgendeiner Krankheit behandelt [GRÖHN et al., 1989; GRÖHN et al., 1990b]. Kühe mit hohen Leistungen erkrankten dabei nicht häufiger als Tiere mit geringeren Leistungen. Die Anzahl der Behandlungen je Kuh und Laktation im beobachteten Zeitraum (2000 bis 2004) war in allen 305-Tage-Leistungsklassen gleich (Abbildung 7). Durchschnittlich wurde jede Kuh 3,2 mal pro Laktation behandelt [WANGLER und HARMS, 2006].

Die Untersuchungen zur Behandlungshäufigkeit wurden ebenfalls auch für jede Krankheit separat durchgeführt. Dies führte gleichfalls zu keinen sichtbaren Unterschieden in der Behandlungshäufigkeit.

KOSSAIBATI und ESSLEMONT (1997) berechneten die Kosten von verschiedenen Erkrankungen. Dabei schlugen beispielsweise der Milchverlust, eine längere Zwischenkalbezeit, eine erhöhte Remontierungsrate, Extra-Besamungen und erhöhte nicht entdeckte Östren zu Buche. Außerdem spielte der Einfluss der verschiedenen Erkrankungen aufeinander eine Rolle, so dass auch solche Kosten einkalkuliert werden müssten. Für eine 100er Herde schätzten sie die durchschnittliche Kosten für die notwendigen Behandlungen auf £ 6.300 pro Jahr. Dabei schlugen Mastitiden und Lahmheiten mit 38 % und 27 % am meisten zu Buche.

SHANKS et al. (1978) berechneten in ihrer Studie höhere Netto-Gewinne für Hochleistungskühe von  $45,80 \pm 25,07$  \$ pro Laktation im Vergleich zu Tieren mit niedrigen Zuchtwerten trotz höherer Gesundheitskosten ( $12,46 \pm 3,59$  \$;  $p < 0,001$ ). Züchtung auf höhere Milchleistung mittels künstlicher Besamung ergab höhere Milchleistung, ohne einen nachteiligen Einfluss auf das Krankheitsrisiko oder die Fruchtbarkeit bei den Töchtern zu haben. Töchter von Bullen mit höheren Zuchtwerten brachten den Berechnungen nach sogar  $77,64 \pm 38,79$  \$ mehr Gewinn pro Laktation ein ( $p < 0,05$ ) als Töchter von Bullen mit durchschnittlichen Zucht-

### 2.3.1. Allgemeines

werten für Milchleistung, ebenfalls trotz höherer Gesundheitskosten zur Durchschnittsleistungsgruppe von  $9,69 \pm 4,82$  \$ ( $p < 0,05$ ). Auch die Ergebnisse von GRÖHN et al. (1995) zeigten, dass mit hoher Milchleistung kein erhöhtes Risiko für Erkrankungen mit Ausnahme der Mastitis einhergeht. K

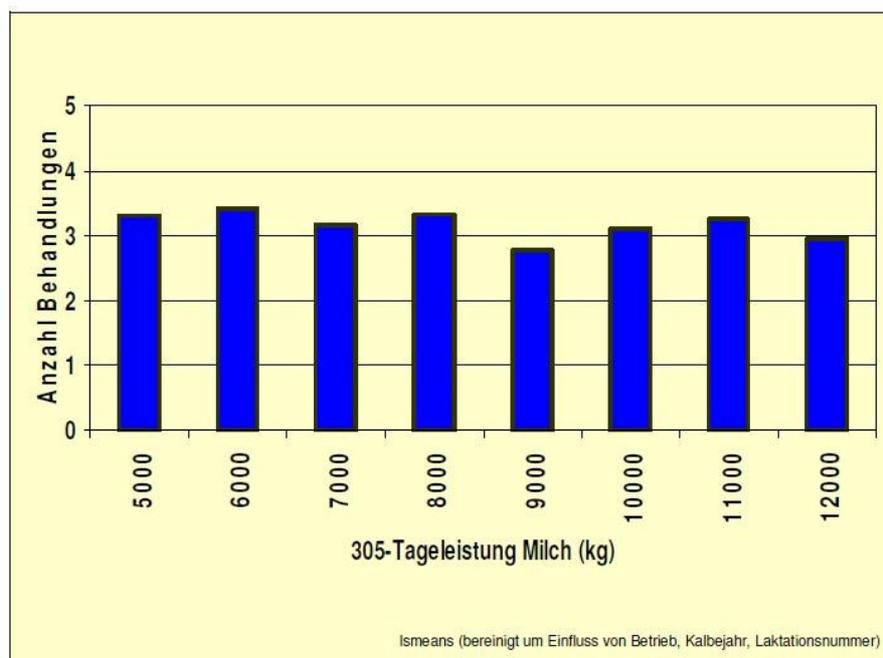


Abbildung 7: Behandlungsanzahl der verschiedenen Milchleistungsklassen [WANGLER und HARMS, 2006]

FLEISCHER et al. (2001) hingegen sahen zum Teil signifikante Zusammenhänge zwischen Euter-, Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsgesundheit und vorangegangener beziehungsweise aktueller Laktationsleistung. LASSEN et al. (2003) berechneten die genetische Korrelation zwischen dem Milchleistungscharakter einer Kuh und dem Auftreten von anderen Krankheiten als Mastitiden von Tag -10 bis +100 post partum mit  $0,43 (\pm 0,09)$  ebenfalls als unvorteilhaft.

Mit dem Leistungsanstieg der Milchkühe auf 8.000 bis 10.000 kg Milch je Laktation erhöhten sich die Ansprüche an die Fütterung, Umwelt und Management enorm. In vielen Beständen lägen sie noch heute hinter diesen Anforderungen zurück. Mit höherer Leistung wächst die Wahrscheinlichkeit eine Nährstoffimbalance und damit das Risiko für das Auftreten von Stoffwechselerkrankungen, Fruchtbarkeitsstörungen und anderen Problemen [ROSSOW, 2008]. Vor allem zu Beginn der Laktation führt die stark negative Energiebilanz zu einem „Wettstreit“ der Gewebe um Energie. Dieser wird durch die Milchdrüse aufgrund ihrer hohen Piori-

### 2.3.1. Allgemeines

---

tät gewonnen, so dass die gleichzeitige Häufung spezifischer Gesundheits- und Fruchtbarkeitsprobleme in kausalen Zusammenhang gebracht werden kann [STANGASSINGER, 2011]. Verschiedene signifikante Verbindungen wurden zwischen Energiebalance und Gesundheit gefunden. Speziell Verdauungsstörungen und Probleme im Bewegungsapparat waren ungünstig mit dem Status der Energiebalance verknüpft [COLLARD et al., 2000].

Ein Datensatz über 858 Laktationen zeigte, dass fette Kühe ( $BCS \geq 4$ ) kurz nach dem Kalben signifikant mehr an Kondition verlieren (Odds Ratio 4,9,  $p \leq 0,001$ ) als normal konditionierte Kühe. Normal konditionierte Kühe nahmen innerhalb von 2 Monaten nach der Geburt maximal 0,5 BCS ab, wobei sogar Konditionssteigerungen in dieser Zeit bei einzelnen Tieren zu beobachten waren [HEUER et al., 1999]. Vor allem die Milchleistung in der frühen Laktation war prädisponierend für Konditionsverluste (1,4-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit eines 0,5 BCS-Verlusts bei Anstieg der Milchleistung um eine Standardabweichung,  $p \leq 0,05$ ). Ein hoher Fett-Protein-Quotient in der Milch war ebenfalls assoziiert mit dem nachfolgenden Konditionsverlust. Ein hoher BCS zum Zeitpunkt der Kalbung ist mit einem erhöhten Risiko einer negativen Energiebalance post partum assoziiert. Höher leistende Kühe bekommen eher ernsthafte Energiedefizite nach dem Kalben und sind daher anfälliger für Stoffwechselerkrankungen, wie beispielsweise Gebärpause oder Ketose. Unterstellt man eine zunehmende Immunsuppression mit steigender negativer Energiebalance, so würden infektiöse Erkrankungen etwa 2 Wochen post partum klinisch apparent. Ein Fett-Protein-Quotient von  $>1,5$  war assoziiert mit einem erhöhten Risiko von Energiedefiziten, metabolischen Erkrankungen sowie schwächerer Fruchtbarkeitsleistung. Allerdings waren die Milchleistung und der Fett-Protein-Quotient nicht mit einander assoziiert ( $r = -0,09$ ).

PEDERNERA et al. (2008) verglichen in ihrer Studie eine Gruppe höher leistender Kühe (9.000 Liter pro Laktation = HL) mit einer Gruppe von Kühen mit niedrigeren Milchleistungen (6.000 Liter durch restriktive Fütterung = RF). Die durchschnittliche negative Energiebalance (NEB) in den ersten neun Wochen post partum war signifikant ( $p < 0,001$ ) weniger negativ in der HL-Gruppe im Vergleich zur RF-Gruppe. Ein geschätzter Spitzenwert der NEB von -28 Megajoule pro Kuh wurde für die zweite Woche post partum für die HL berechnet, -47 Megajoule pro Kuh waren es in der dritten Woche bei den RF-Kühen.

Vorbeugende Maßnahmen zur Gesunderhaltung von Kühen sind deutlich günstiger als Behandlungsmaßnahmen nach Erkrankungen und wirkten sich zudem positiv auf die Leistung aus [LÜHRMANN, 2005]. Peripartale Erkrankungen treten häufig im Zusammenhang auf, weshalb vorbeugende Maßnahmen für eine Erkrankung gleichzeitig vor weiteren Erkrankungen schützen könnten [CURTIS et al., 1983]. Gleiches gilt für metabolische Erkrankungen.

### 2.3.1. Allgemeines

---

Sie treten häufig im Zusammenhang miteinander auf oder bedingen einander direkt oder indirekt [GRÖHN et al., 1989].

Nach Meinung von INGVARTSEN et al. (2003) sollte die Schlussfolgerung sein, dass die begutachtete existierende Literatur nicht eindeutig ist, bei dem Versuch einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Risiko von Produktionskrankheiten zu erklären.

Im Großen und Ganzen fanden DOHOO und MARTIN (1984) in ihrer Studie wenig Hinweise darauf, dass hohe Milchleistung bei Kühen ihre Prädisposition für verschiedene Erkrankungen steigere.

Milchleistung ist nicht der einzige Risikofaktor für Krankheiten. Das Auftreten von Erkrankungen müsse auch im Zusammenhang mit Haltung und Management betrachtet werden [FLEISCHER et al., 2001]. Der Behaglichkeitsbereich einer Kuh mit durchschnittlichem Leistungsniveau beispielsweise liegt bei etwa 10-15°C. Da eine solch niedrige Umgebungstemperatur in unserem Klima nur für kurze Zeiträume besteht, müssen Hochleistungstiere aktive Thermoregulation betreiben, um ein übermäßiges Ansteigen der Körpertemperatur zu verhindern. Sauberkeit und ausreichende Belüftung im Stall sind essentiell, und auch die Photoperiode scheint Einfluss auf die Produktivität zu haben [KROEMKER et al., 2007]. Die Jahreszeit, in der die Kalbung stattfindet, ist beispielsweise ein wichtiger umweltbedingter Risikofaktor für die Tiergesundheit [ABDEL-AZIM et al., 2005].

Obwohl die Gruppe mit den höher leistenden Tieren geringfügig mehr von Krankheiten betroffen schien, waren die Unterschiede nicht signifikant, außer für Verdauungsstörungen (sechs von 29 Tieren in der Hochleistungsgruppe gegen eins von 29 Tieren in der Durchschnittsleistungsgruppe,  $p \leq 0,05$ ). Mit steigender Milchleistung werden sachgemäße Fütterung und Management immer schwieriger [AEBERHARD et al., 2001]. Umweltfaktoren und Management beeinflussten eine Vielzahl der beobachteten Parameter stärker, als dies die Parität oder die Rasse taten. Die Studie belege, dass Kühe mit Spitzenmilchleistungen über 45 kg pro Laktationstag ohne mehr ernsthafte Probleme unterhalten werden könnten als Kühe mit Leistungen um 35 kg pro Tag, wenn Haltung, Management und Fütterung adäquat seien. Hohe Milchleistung (305-Tage-Leistung der vorangegangenen Laktation) bei pluriparen Kühen war nur ein Risikofaktor für Mastitiden, es gab keinen klaren Zusammenhang zu anderen Erkrankungen [GRÖHN et al., 1995]. Ein Beleg dafür, dass auch höchst leistende Kühe entsprechend ihren biologischen Bedürfnissen betreut werden können.

Die genetische Variabilität scheint ausreichend für die meisten betrachteten Krankheiten po-

### 2.3.1. Allgemeines

---

tentiell nützlich für Züchtungsprogramme zu sein. Genetische Antagonismen zwischen bestimmten Krankheiten und einigen Milchleistungsparametern suggerierten die Notwendigkeit, Krankheitsverwicklungen in Lang-Zeit-Programmen zu beachten. Mögliche Maßnahmen, um gegen Krankheiten zu selektieren, sollten erdacht werden [URIBE et al., 1995]. Statt weiter auf höhere Milchleistung zu züchten, solle auf niedrigeren Milchcharakter gezüchtet werden. So könne man dadurch bedingte Krankheitsresistenzen bewirken [LASSEN et al., 2003].

ABDEL-AZIM et al. (2005) berechneten die Heritabilität für infektiöse Krankheitsursachen mit 0,202 ( $\pm 0,083$ ). Diese moderat hohe Heritabilität indiziere das Potential für eine Zucht auf eine generell höhere Immunität.

Mit wenigen Ausnahmen waren die Heritabilitäten für die verschiedenen Krankheiten niedrig, so dass sich vor allem auf kurzfristig wirksame Maßnahmen im Management zur Schaffung einer adäquaten Umwelt für die Milchkühe konzentriert werden sollte, um solchen Krankheiten vorzubeugen [URIBE et al., 1995]. Langfristig könnte auch genetische Selektion eine dauerhafte Verbesserung der Krankheitsresistenz von Milchkühen signifikant beeinflussen.

### 2.3.2. Eutergesundheit

Vergleicht man den Stimulus, den ein Kalb am Euter einer Kuh ausübt, mit dem von heute üblichen Melkmaschinen, fallen erhebliche Unterschiede auf. Saugt ein Kalb immer im Wechsel an allen vier Zitzen und unterliegt dadurch jede Zitze während dieses natürlichen Saugaktes auch immer einer belastungsfreien Phase, ist dies beim Maschinenmelken nicht gegeben. Weiterhin ist es bis heute nicht möglich, die natürlich entstehenden Druckverhältnisse beim Saugen des Kalbes exakt nachzuahmen. So ist die Gewebsbelastung während des Milchentzugs insbesondere die Ödembildung im Zitzengewebe beim Kälbersaugen kaum messbar, während sich beim Maschinenmelken gravierende Veränderungen ergeben, welche sich erst nach ausreichender Erholungsphase wieder normalisieren [KROEMKER et al., 2007].

Darüber hinaus wird angenommen, dass genetische Korrelation zwischen Milchleistungsparametern und Eutergesundheit beziehungsweise Zellzahlgehalten in der Milch höchst bestandsspezifische Werte sind [ØDEGARD et al., 2004].

Auch die Jahreszeit habe Einfluss auf die Eutergesundheit. So gab es mehr Euterprobleme im Winter als im Sommer (0,484;  $p < 0,01$ ) [ABDEL-AZIM et al., 2005].

### 2.3.2.1. Zellzahlen

Der Gehalt der somatischen Zellen in der Milch ist der bedeutendste Entzündungsparameter des Euters. Anhand dieser Größe können Rückschlüsse auf den Funktions- und Gesundheitszustand der laktierenden Milchdrüse getroffen werden. Der obere Grenzwert für das gesunde Euter wird dabei mit 100.000 Zellen pro ml Milch angegeben [KROEMKER et al., 2007]. Für das Jahr 2011 lag die durchschnittliche Zellzahl in Deutschland bei 207.000 Zellen pro Milliliter Milch [ADR, 2012].

Bei steigender Milchleistung steigt die absolute Zahl der somatischen Zellen im Gemelk. Jedoch sinkt die relative Zahl, was EMANUELSON und FUNKE (1991) mit dem „Verdünnungseffekt“ erklären. Dieser führe beispielsweise bei einem Anstieg der Jahresmilchleistung von 3.000 kg auf 4.000 kg zu einer Reduktion des somatischen Zellzahlgehalts (SCC) um 25% und bei einem Anstieg von 8.000 kg auf 9.000 kg zu einer Verminderung des SCC um 11%.

Sowohl PÖSÖ und MÄNTYSAAI (1996) als auch BANOS und SHOOK (1990) und KOIVULA et al. (2005) stellten eine positive genetische Beziehung zwischen der Milchleistung und den Zellzahlgehalten in der ersten Laktation fest. Ab der zweiten Laktation war diese Beziehung dann negativ oder nahe null, was möglicherweise auf Abgänge in der Herde zurückzuführen sei („Culling Bias“).

Die Kühe mit den höchsten Milchleistungen je Lebenstag, also die effizientesten Tiere, waren in einer Studie von WANGLER und HARMS (2006) diejenigen mit den niedrigsten Zellzahlgehalten in der Milch in der ersten Laktation.

Die genetische Korrelation zwischen klinischer Mastitis und durchschnittlicher somatischer Zellzahl lag bei allen ausgewerteten Laktationen hoch, im Schnitt bei 0,7 [CARLEN et al., 2004]. Bei PÖSÖ und MÄNTYSAAI (1996) hingegen variierte diese Korrelation zwischen 0,37 bis 0,68, abhängig von der jeweiligen Laktation. Dies impliziert, dass Mastitis und somatische Zellzahl verschiedene Aspekte der Eutergesundheit darstellen. RUPP und BOICHARD (1999) berechneten die umweltbedingte Korrelation dieser beiden Merkmale mit 0,21, wonach sich ihrer Meinung nach die begrenzte Aussagekraft der somatischen Zellzahl bezüglich der Mastitidiagnostik zeige. In der selben Studie ergab sich für die genetische Korrelation von somatischer Zellzahl und der Mastitisinzidenz einer Kuh ein Wert von  $0,72 \pm 0,06$ , so dass, auch wenn diese beiden Merkmale nicht gleich zu setzen seien, eine Zucht auf niedrigere Zellzahlgehalte in der Milch auch die Inzidenz von Mastitiden senken sollte.

Nach EMANUELSON und FUNKE (1991) liegt die Korrelation zwischen der somatischen

### 2.3.2. Eutergesundheit

---

Zellzahl in der Milch und der Prävalenz von Mastitis zwischen 0,53 und 0,77. Dies bedeute, dass eine erhöhte Zellzahl in der Milch nicht zwangsläufig mit einer Mastitis einhergehe. Allerdings zeigte sich in ihrer Arbeit auch, dass die Korrelation zwischen Zellzahlgehalten der Milch und der Mastitisprävalenz mit steigender Herdengröße stieg.

Für KOIVULA et al. (2005) ist die Zahl der somatischen Zellen im Gemelk ein gutes indirektes Kriterium für die Zucht auf Eutergesundheit und Mastitisresistenz. So war in ihrer Studie die genetische Korrelation zwischen Zellzahlwerten und klinischen Mastitiden zwischen 0,59 bis 0,68 für Kühe in der ersten und zweiten Laktation. HINRICHS et al. (2005) errechneten in ihrem 300-Tage-Laktationsmodell eine genetische Korrelation der beiden Parameter von  $0,84 \pm 0,02$ .

Variierende genetische Korrelationen zwischen der somatischen Zellzahl und der Mastitisinzidenz lassen vermuten, dass die somatische Zellzahl etwas anderes als einen Indikator für Mastitiden darstellt [NEGUSSIE et al., 2008]. 0,37 war die genetische Korrelation zwischen Zellzahlgehalten und Mastitiden bei VANDORP et al. (1998).

Betrachtete man die somatischen Zellzahlen im Gemelk aller Kühe unabhängig von ihrer Parität, so hatten Kühe, welche an einer klinischen Mastitis erkrankten, im Durchschnitt 318.300 Zellen je Milliliter Gemelk, sie gaben 27,3 kg Milch pro Tag. Gesunde Tiere gaben hingegen durchschnittlich 26,7 kg mit 132.700 Zellen je Milliliter Milch [BLOEMHOF et al., 2009]. Die positive genetische Korrelation zwischen somatischer Zellzahl und Mastitisinzidenz (0,64 in der ersten Laktation, 0,79 ab der zweiten Laktation), vor allem in der ersten Hälfte der Laktation, implizierten, dass eine Zucht auf niedrigere, durchschnittliche Zellzahlgehalte in der Milch zu einem Absinken der Mastitisinzidenz führten. Die Heritabilität für Mastitis sei mit rund 3% sehr niedrig. Zellzahlgehalte in der Milch scheinen eine höhere Heritabilität zu haben (5% - 35%, Tabelle 3). Weiterhin stieg das Auftreten klinischer Mastitiden mit steigender Parität von 13% auf 19%.

Allerdings könne eine erhöhte Zellzahl im Gemelk auch als ein Zeichen vermehrten Stress interpretiert werden [WANGLER und HARMS, 2006].

Es gab keine Anzeichen für altersabhängige steigende Zellzahlen im Gemelk, so lange die Euterviertel keine Mastitisinfektionen erfuhren [AEBERHARD et al., 2001]. Die bekannten steigenden Zellzahlen im Gemelk älterer Kühe seien dem Umstand geschuldet, dass ältere Tiere ein steigendes Risiko hätten, an Euterentzündungen zu erkranken.

In Tabelle 2 sind verschiedene Literaturangaben über den Zusammenhang zwischen Milchleistung und Zellzahlgehalten der Milch zusammengetragen.

### 2.3.2. Eutergesundheit

Tabelle 2: Literaturangaben zum Einfluss von Milchleistung auf Zellzahlgehalte der Milch

Quelle	Einfluss Zellzahlgehalt
[DOHOO und MARTIN, 1984] (Kanada)	(751 Laktationen pluriparer Kühe aus 32 Holsteinherden wurden ausgewertet) die durchschnittliche Zellzahl in der Laktation war nicht signifikant assoziiert mit der Milchleistung der vorangegangenen Laktation
[BANOS und SHOOK, 1990] (USA)	(972799 monatliche Milchleistungsdatensätze von Holsteins in den ersten 3 Laktationen über 10 Jahre wurden ausgewertet, knapp 2000 Vatertiere) die genetische Korrelation zwischen Zellzahl und Milchleistung war nur in der 1. Laktation positiv (0,2 bis 0,31), in den späteren Laktationen dagegen negativ (-0,06 bis -0,29); die phänotypische Beziehung zwischen den beiden Parametern war durch alle Laktationen hinweg negativ (-0,04 bis -0,19)
[EMANUELSON und FUNKE, 1991] (Schweden)	(Datensätze eines Jahres von 15514 schwedischen Milchherden wurden ausgewertet, 6507±883 kg Laktationsleistung) die absolute Zahl der somatischen Zellen in der Milch stieg mit steigender Milchleistung pro Gemelk, die relative Anzahl (Zellen/ml) hingegen sank = „Verdünnungseffekt“
[BOETTCHER et al., 1992] (USA)	(671314 Datensätze amerikanischer Holsteins wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen somatischer Zellzahl und der Milchleistung war durchgehend schwach positiv, also unvorteilhaft (0,05 bis 0,26), die phänotypische Beziehung hingegen war durchgehend negativ, demzufolge vorteilhaft (-0,03 bis -0,14)
[PÖSÖ und MÄNTYSAAL, 1996] (Finnland)	(23196 Datensätze der ersten 150 Tage post partum finnischer Ayrshire-Kühe (gruppiert in 1. bis 3. Laktation) wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen somatischer Zellzahl und Milchproduktion war in der 1. Laktationen schwach positiv (0,10), in der 2. schwach negativ (-0,11) und in der 3. Laktation 0, die phänotypischen Korrelationen waren alle schwach negativ
[RUPP und BOICHARD, 1999] (Frankreich)	(29284 erstlaktierende Holsteins aus 2834 Herden wurden ausgewertet, 305-Tage Milchleistung: 6.608±1.227 kg) die genetische Korrelation wurde mit 0,15±0,06 angegeben, die umweltbedingte Korrelation zwischen Milchleistung und der somatischen Zellzahl im Gemelk wurde mit -0,134 berechnet
[CASTILLO-JUAREZ et al., 2000] (USA)	(248230 erstgebärende Holstein-Kühe von 588 Vatertieren aus 3042 Herden wurden betrachtet, 9.916±1.944 kg Laktationsleistung) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und der durchschnittlichen somatischen Zellzahl war positiv (0,222±0,025); die phänotypische Korrelation war schwach negativ (-0,075)

### 2.3.2. Eutergesundheit

Quelle	Einfluss Zellzahlgehalt
[AEBERHARD et al., 2001] (Schweiz)	(Gruppen von Hochleistungskühen HC (10.882±323 kg) gegen eine Gruppe mit Kühen die in ihrer Milchleistung dem Herdendurchschnitt entsprachen CC (8.232±269 kg)) der California Mastitistest war signifikant seltener ( $p < 0,05$ ) positiv bei der Hochleistungs- als bei der Durchschnittsleistungsgruppe (4 von 15 Tieren und 8 von 14 Tieren) – bei unbehandelten Eutern; bei behandelten Eutern war der California Mastitistest signifikant häufiger ( $p < 0,05$ ) positiv bei der Hochleistungs- als bei der Durchschnittsleistungsgruppe (9 von 15 Tieren und 3 von 14 Tieren)
[HULTGREN et al., 2004] (Schweden)	(2368 Kühe in 102 Herden) Kühe mit hohen Milchzellzahlen ( $\geq 300.000$ Zellen/ml in den vorangegangenen 2-3 Monaten) gaben im Schnitt 310 kg mehr Milch (305 Tage Leistung, $p = 0,008$ ) als Kühe die mit niedrigen Zellzahlen
[HINRICHS et al., 2005] (Deutschland)	(im 300-Tage Laktationsmodell mit 11317 Überwachungen war die Mastitisfrequenz bei 45,4%) die genetische Korrelation zwischen der somatischen Zellzahl im Gemelk und Mastitiden mit $0,84 \pm 0,02$ berechnet wurde
[KOIVULA et al., 2005] (Finnland)	(87861 finnische Ayshire Kühe in der 1. und 2. Laktation wurden einbezogen) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und der somatischen Zellzahl war positiv in der 1. Laktation und negativ oder nahe 0 in der 2. Laktation, die phänotypische Korrelation dagegen ergab durchgehend negative Werte, dies sei jedoch dadurch bedingt, dass Kühe mit höheren Zellzahlen weniger Milch gäben

In Tabelle 3 sind Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und somatischen Zellzahlgehalten verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 3: Heritabilitäten von Milchleistung und Zellzahlgehalten der Milch verschiedener Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	somatische Zellzahl	Milchleistung
[BANOS und SHOOK, 1990] (USA)	0,083-0,152	0,168-0,259
[BOETTCHER et al., 1992] (USA)	0,08-0,16	0,20-0,32
[PÖSÖ und MÄNTYSAAI, 1996] (Finnland)	0,16-0,18	0,25 ( $\pm 0,03$ )
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	0,2	0,260
[RUPP und BOICHARD, 1999] (Frankreich)	0,17 ( $\pm 0,02$ )	0,24 ( $\pm 0,02$ )

### 2.3.2. Eutergesundheit

Quelle	$h^2$ (SD)	
	somatische Zellzahl	Milchleistung
[CASTILLO-JUAREZ et al., 2000] (USA)	0,103 ( $\pm 0,004$ )	0,276 ( $\pm 0,01$ )
[ØDEGARD et al., 2004] (Norwegen)	0,108	
[KÖNIG et al., 2005] (Deutschland)	0,093 ( $\pm 0,019$ )	0,277 ( $\pm 0,031$ )
[HINRICHS et al., 2005] (Deutschland)	0,16 ( $\pm 0,01$ )	0,36 ( $\pm 0,01$ )
[KOIVULA et al., 2005] (Finnland)	0,07-0,09	0,09-0,11
[BLOEMHOF et al., 2009] (Niederlande)	0,35	
[KONSTANTINOV et al., 2009] (Australien)	0,05 bis 0,16	

#### 2.3.2.2. Mastitis

Mastitiden sind eines der Hauptprobleme der kommerziellen Milchwirtschaft und Grund für erhebliche ökonomische Verluste [HINRICHS et al., 2005]. Im Jahr 2009 waren Eutererkrankungen zu 16,5% Abgangsursache [VIT].

HERINGSTAD et al. (2000) sprechen von einer variierenden Inzidenz an klinischen Mastitiden von 20-40% pro Laktation. 29,1% bis 45,4% der Kühe einer Studie von HINRICHS et al. (2005) litten wenigstens einmal an einer Mastitis. PÖSÖ und MÄNTYSAAI (1996) dagegen berichten in ihrer Studie von einer auffallend niedrigen Mastitisrate, welche zwischen 4,7% (erste Laktation) bis 7,5% (dritte Laktation) schwankte. KOIVULA et al. (2005) ermittelten Raten von 11,8% (erste Laktation) bis 14,9% (zweite Laktation) und SIMIANER et al. (1991) eine Inzidenzrate von 10,5%. WHITAKER et al. (2000) errechneten 36,6% als Inzidenz für klinische Mastitiden pro Jahr, wobei auch eine jahreszeitliche Abhängigkeit beschrieben wird ( $p < 0,001$ ). Die durchschnittliche Inzidenz von Mastitiden über die gesamte Laktation lag in verschiedenen experimentellen Herden in den USA bei 30,5% (15,2% bei Erstlaktierenden, 40,7% in späteren Laktationen), was eine klare Abhängigkeit von der Parität erkennen ließe [APPUHAMY et al., 2007]. 16,7% Laktationsinzidenz für Mastitiden ergab sich über alle Paritäten betrachtet in einer Studie von [URIBE et al., 1995]. 21,6% war die Laktationsinzidenz für Mastitiden bei [FLEISCHER et al., 2001] und ein signifikanter ( $p \leq 0,01$ ) Zusammenhang zwischen der Mastitisinzidenz und der Parität wurde festgestellt. HERING-

STAD et al. (2005) errechneten Mastitisinzidenzen von 15,8% für erstlaktierende Kühe, 19,8% für zweitlaktierende Kühe und 24,2% für drittlaktierende Kühe. In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für akute Mastitiden von 6,2% bei erstlaktierenden Kühen und 7% bei pluriparen Tieren berechnet [GRÖHN et al., 1989]. 9,7% war die Laktationsinzidenz für Mastitiden im Schnitt, allerdings gab es auch Herden mit einer Inzidenz von 0%. Durchschnittlich 59 Tage post partum trat sie auf [GRÖHN et al., 1995].

Die Frequenz an Mastitiden war höher bei Kühen der ersten Laktation im Gegensatz zu späteren Laktationen [CARLEN et al., 2004]. Bei HINRICHS et al. (2005) hingegen stieg die Mastitisfrequenz mit steigender Parität. Dass dieser Zusammenhang nicht noch stärker ausgeprägt war, könne an möglichen Abgängen aus der Herde auf Grund von Mastitiden liegen.

Vor allem in den ersten Tagen der neuen Laktation steigt die Zahl der Mastitisneuerkrankungen stark an [KOIVULA et al., 2005]. Durchschnittlich wurde die Mastitis 54 Tage post partum diagnostiziert [FLEISCHER et al., 2001]. 50% aller aufgetretenen Mastitisfälle betrafen die ersten 9 Wochen post partum [HEUER et al., 1999]. Die meisten Mastitiden traten innerhalb der ersten 30 Tage post partum auf [HINRICHS et al., 2005]. Bei HEUER et al. (1999) traten durchschnittlich Mastitiden am 64. Tag der Laktation auf, wobei 10% der Fälle innerhalb von 1 Tag post partum auftraten. 90% der Fälle wurden bis zum 251. Tag sichtbar.

Ein Zusammenhang zwischen Milchleistung und Mastitisempfindlichkeit ist allgemein anerkannt, wobei die errechneten genetischen Korrelationen der beiden Merkmale abhängig vom Autor von 0,15 bis 0,68 schwankten [INGVARTSEN et al., 2003]. Jedoch führe die Handhabung von Abgängen in der Herde zu einer Verzerrung der Zusammenhänge durch Selektion. Beispielsweise würden Kühe mit niedrigen Leistungen und Mastitiden eher aussortiert als solche mit höheren Leistungen. Dies wiederum führe dazu, dass Hochleistungskühe eher in Statistiken auftauchten, als niedriger leistende Milchkühe. Das führe dazu, Zusammenhänge an Stellen erscheinen zu lassen, an denen es wohl möglich gar keine gibt [GRÖHN et al., 1995].

Mastitis ist die einzige Krankheit, bei welcher der Zusammenhang zwischen Milchleistung und Risiko einer Infektion für alle Autoren klar zu sein scheint. Eine weitere Züchtung allein auf Milchleistung würde diese Situation noch verschlimmern [INGVARTSEN et al., 2003].

DOHOO und MARTIN (1984) konnten in ihrer Studie keine Zusammenhänge zwischen Milchleistung der vorangegangenen Laktation und Mastitiden finden.

In Tabelle 4 befinden sich verschiedene Literaturangaben, welche vor allem antagonistische Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und Mastitiden sehen.

### 2.3.2.Eutergesundheit

Tabelle 4: Literaturangaben über antagonistische Einflüsse von Milchleistung auf Mastitiden

Quelle	Einfluss Mastitis
[BUNCH et al., 1984] (England)	(Daten von 1672 Kühe in 24 Herden zwischen 1969 und 1979, durchschnittliche 305 Tage Milchleistung 1. Laktation 4.410 kg, 2. Laktation 5.140 kg, Mastitisinzidenz 1. Laktation 14%, 2. Laktation 19%) es wurden positive genetische Korrelationen zwischen den 305-Tage Durchschnittsherdenmilchleistungen und der durchschnittlichen Inzidenz für Mastitiden gefunden ( $0,21 \pm 0,16$ für die 1. Laktation und $0,81 \pm 0,15$ für die alle betrachteten Laktation) – korrigierte man die zu betrachtenden Tiere der Herde auf solche, die 305 Tage und länger Milch gaben, so konnte kein entsprechender signifikanter Zusammenhang zwischen der 305-Tage Herdenmilchleistung und der Mastitisinzidenz gefunden werden
[BIGRAS-POULIN et al., 1990] (Kanada)	(527 Datensätze zweier aufeinanderfolgender Laktationen aus zufällig ausgewählten Herden wurden ausgewertet) Milchleistung der vorherigen Laktation war positiv korreliert mit Mastitis in der aktuellen Laktation, wobei das Risiko vor allem stieg bei höheren Milchleistungen (KGM > 1.0) in weniger Tagen in der Laktation (DIM (days in milk) < 1.0)
[GRÖHN et al., 1990a] (Finnland)	Studie über 41989 pluriparen Finnisch-Ayrshire Kühen zeigte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Herdenmilchleistung und der Inzidenz von Mastitiden, hohe Milchleistungen der Einzeltiere jedoch korrelierten positiv mit der Inzidenz von Mastitiserkrankungen (akute: <4.870 kg Odds Ratio = 1,0, $\geq 7.060$ kg Odds Ratio = 1,6; chronische: <4.870 kg Odds Ratio = 1,0, $\geq 7.060$ kg Odds Ratio = 1,5)
[SCHUKKEN et al., 1990] (Niederlande)	höhere Herdenmilchleistung war positiv assoziiert mit einer höheren Rate von Mastitisfällen – in die Studie wurden nur Betriebe mit jährlichen Durchschnitts-Tankmilchprobegehalten <150.000 Zellen/ml Milch einbezogen (125 Herden, 305-Tage-Milchleistung $7.138 \text{ kg} \pm 757$ )
[LYONS et al., 1991] (USA)	(9187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und Mastitisinzidenz war 0,18, die phänotypische Korrelation betrug -0,04
[SIMIANER et al., 1991] (Norwegen)	(Daten von 208693 erstlaktierenden norwegischen Milchkühen von 586 Vatertieren wurden ausgewertet) Kühe, die an einer Mastitis erkrankten gaben signifikant ( $p < 0,001$ ) mehr Milch als die nicht erkrankten Tiere (5.160 kg gegen 5.017 kg); die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Mastitiden wurde mit 0,507 angegeben

### 2.3.2.Eutergesundheit

Quelle	Einfluss Mastitis
[GRÖHN et al., 1995] (USA)	(8.070 pluripare Holsteins in 25 Herden) Kühe mit höherer Leistung hatten ein signifikant höheres Risiko eine Mastitis zu bekommen, als Kühe mit niedrigeren Leistungen ( $p < 0,05$ ) die Odds Ratio stieg von 1,0 bei Kühen mit Jahresmilchleistungen von $< 8595$ kg auf 1,6 bei Kühen mit Leistungen von $> 11.786$ kg Milch pro Jahr, bei den Milchleistungsabweichungen vom Herdendurchschnitt stieg die Odds Ratio von 1,0 bei $\leq 1.426$ kg unter dem Herdendurchschnitt auf 1,7 bei Kühe $> 1.426$ kg über dem Herdendurchschnitt
[LESCOURRET et al., 1995] (Frankreich)	(3.851 Laktationen von 1.179 Kühen aus 3 experimentellen Herden in Frankreich wurden ausgewertet) ein Faktor von 1,4 pro 10 kg Spitzenmilchleistungspotential einer Kuh bezüglich der Zahl der bei ihr zu erwartenden Mastitisfälle wurde berechnet ( $p < 0,001$ )
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(5.008 Datensätze kanadischer Holsteins aus 92 Herden von 160 Vattertieren wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Mastitiden wurde mit 0,37 berechnet, für die umweltbedingte Korrelation ergab sich ein Wert von -0,01
[PÖSÖ und MÄNTYSAAL, 1996] (Finnland)	(23196 Datensätze der ersten 150 Tage post partum finnischer Ayrshire-Kühe (gruppiert in 1. bis 3. Laktation) wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen Mastitis und Milchproduktion war in allen Laktationen positiv (0,35 bis 0,61) und stellte eine klare antagonistische Beziehung der beiden Parameter dar, die phänotypischen Korrelationen waren nahe 0
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	(4.368 Datensätze erstlaktierender Holsteins von 439 Vattertieren wurden bewertet, 305-Tage Milchleistung: $8.519 \pm 1.452$ kg) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Mastitiden betrug 0,15; die phänotypische Korrelation wurde mit 0,02 angegeben
[RUPP und BOICHARD, 1999] (Frankreich)	(29.284 erstlaktierende Holsteins aus 2.834 Herden wurden ausgewertet, 305-Tage Milchleistung: $6.608 \pm 1.227$ kg) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Mastitiden wurde mit $0,45 \pm 0,09$ angegeben, als umweltbedingte Korrelation ergab sich -0,058
[HERINGSTAD et al., 2000] (Review) (Norwegen)	dass eine genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Mastitisempfindlichkeit existiert, ist allgemein anerkannt (in skandinavischen Daten: genetische Korrelationen von 0,24 bis 0,55 mit einem Durchschnitt von 0,43)

### 2.3.2.Eutergesundheit

Quelle	Einfluss Mastitis
[PEELER et al., 2000] (Großbritannien)	(Anfrage an 3.009 Betriebe, Antwortrate = 61%, in die Studie wurden nur Betriebe mit jährlichen Durchschnitt-BMC <100.000/ml Milch einbezogen) eine durchschnittliche Jahresmilchleistung von >7.500l pro Betrieb ist signifikant positiv assoziiert mit Mastitiserkrankungen ( $p \leq 0,1$ ) die Inzidenzrate für Mastitiden lag bei 22,8 Fällen pro 100 Tiere pro Jahr
[WHITAKER et al., 2000] (Großbritannien)	(45.220 Kühe in 340 Herden, durchschnittlich 6.620 kg Milchleistung pro Kuh und Jahr) es gab die Tendenz, dass Herden mit höheren Leistungen mehr Mastitisfälle hatten ( $r=0,178$ , CI 0,1 bis 0,3); 36,6% der Tiere litten Im Jahr der Studie an einer Mastitis
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland)	(1.598 Laktationen von Holstein Friesian wurden ausgewertet) ein signifikant positiver Zusammenhang ( $p < 0,001$ ) zwischen der 305-Tage Milchleistung der vorherigen Laktation und dem Auftreten von Mastitiden wurde gefunden: eine Kuh mit einer Milchleistung von 12.000 kg pro Laktation hatte eine 2,5-fach erhöhte erwartete Wahrscheinlichkeit (EPA) an einer Mastitis zu erkranken, wie eine Kuh mit einer Jahresmilchleistung mit 6.000 kg – weiterhin wurde berechnet, dass eine um 228 kg höhere Jahresmilchleistung einem Anstieg der Inzidenz einer Mastitis von 1% entspräche; Laktations-Inzidenz-Risiko für Mastitiden betrug 21,6%
[INGVARTSEN et al., 2003] (Review) (Dänemark)	(11 epidemiologische und 14 genetische Studien über den Zusammenhang von Milchleistung und Gesundheit) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Inzidenz für eine Mastitis war in verschiedenen Arbeiten positiv und lag zwischen 0,15 und 0,68 – daraus könne geschlussfolgert werden, dass Kühe mit höherer Milchleistung ein höheres Risiko haben an einer Mastitis zu erkranken und die Züchtung auf Milchleistung diese Entwicklung noch verschärfen wird
[HULTGREN et al., 2004] (Schweden)	(2.368 Kühe aus 102 Herden) Mastitiskühe gaben im Schnitt 600 kg mehr Milch (305 Tage Leistung, $p < 0,001$ ) als Kühe ohne Mastitis
[BARNOUIN et al., 2005] (Frankreich)	(5.022 Fälle von klinischen Mastitiden aus 20.084 betrachteten Kühen über 37.393 Laktationen mit Durchschnitts-305-Tage-Milchleistungen von $7.420 \text{ kg} \pm 968 \text{ kg}$ wurden ausgewertet) die Inzidenzrate für Mastitiden war signifikant erhöht bei Kühen mit 305-Tage-Milchleistungen $>7.435 \text{ kg}$ (Faktor: $0,294 \pm 0,113$ ; $p=0,0096$ ) und $>8130 \text{ kg}$ (Faktor: $0,298 \pm 0,111$ ; $p=0,0071$ ); die durchschnittliche Inzidenzrate für Mastitiden betrug $20,1\% \pm 16,1\%$ bezogen auf ein Jahr

### 2.3.2. Eutergesundheit

Quelle	Einfluss Mastitis
[HINRICHS et al., 2005] (Deutschland)	(im 300-Tage Laktationsmodell mit 11.317 Überwachungen war die Mastitisfrequenz bei 45,4%) alle Milchproduktionsparameter korrelierten unvorteilhaft mit Mastitis und variierten zwischen 0,2 bis 0,34, wobei die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und Mastitiden mit $0,29 \pm 0,09$ berechnet wurde
[KOIVULA et al., 2005] (Finnland)	(87.861 finnische Ayshire Kühe in der 1. und 2. Laktation wurden in die Studie einbezogen) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und Mastitiden war durchgehend positiv (0,38 bis 0,58), die phänotypische Korrelation ergab nur schwach positive Werte (0,03 bis 0,06)
[O'REILLY et al., 2006] (Großbritannien)	durchschnittliche Jahresmilchleistung $>7.000$ l pro Kuh steigern das Risiko für eine Mastitis signifikant ( $p < 0,01$ ) in die Befragungsstudie wurden nur Betriebe mit monatlichen Durchschnitt-BMC $<150.000$ /ml Milch einbezogen (Anfrage an 482 Betriebe, Antwortrate = 93%)
[NEGUSSIE et al., 2008] (Finnland)	(27.557 finnische Ayrshire Kühe in der 1. Laktation wurden beurteilt) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung in verschiedenen Stadien der Laktation und Mastitiden war durchgehend positiv (0,44-0,66), dabei war dieser Zusammenhang am größten in der frühen Laktation
[PEDERNERA et al., 2008] (Australien)	(2 Gruppen von australischen Holsteins: niedriger leistende Kühe (circa 6000l Milch pro Laktation (Rp) → restriktive Fütterung) und höher leistende Tiere (rund 9.000 l pro Laktation (Hp)) beide Gruppen hatten in der vorherigen Laktation annähernd die gleichen Leistungen (knapp 6.000 l) die Inzidenzrate für Mastitiserkrankungen waren 0,10 (Rp) und 0,15 (Hp) und damit signifikant ( $p < 0,05$ ) verschieden voneinander, die Wahrscheinlichkeit der Hp-Gruppe an einer Mastitis zu erkranken war doppelt so hoch, wie die der Rp-Gruppe (OR=2,07)

In Tabelle 5 sind verschiedene Literaturangaben zu finden, welche fehlende, teilweise auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und Mastitiden beschreiben.

Tabelle 5: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf Mastitiden

Quelle	Einfluss Mastitis
[DOHOO und MARTIN, 1984] (Kanada)	(751 Laktationen pluriparer Kühe aus 34 Holsteinherden wurden ausgewertet) Mastitiden, weder klinische, noch subklinische, waren signifikant assoziiert mit der Milchleistung der vorangegangenen Laktation

### 2.3.2.Eutergesundheit

Quelle	Einfluss Mastitis
[ERB et al., 1985] (USA)	(2.066 Laktationen von 1.785 pluriparen Kühen, durchschnittliche Laktationsleistung $8.289 \pm 1.522$ kg pro Tier, 10,5% der Laktationen waren von einer Mastitis betroffen) hohe Laktationsleistungen in vorangegangenen Laktationen führten zu keinem erhöhten Risiko eine Mastitis zu entwickeln
[HEUER et al., 1999] (Niederlande)	(1.335 Laktationen in 16 gewerblichen Herden wurden betrachtet) die tägliche Milchleistung in der frühen Laktation (bis 100 d p. p., Durchschnitt $3.047 \pm 849$ kg) war nicht assoziiert mit dem Auftreten von Mastitiden
[AEBERHARD et al., 2001] (Schweiz)	(Gruppen von Hochleistungskühen HC ( $10.882 \pm 323$ kg) gegen eine Gruppe mit Kühen die in ihrer Milchleistung dem Herdendurchschnitt entsprachen CC ( $8.232 \pm 269$ kg)) bezüglich des Auftretens von Mastitiden gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen HC und CC
[LASSEN et al., 2003] (Dänemark)	die genetische Korrelation zwischen dem Milchcharakter einer Kuh und dem Auftreten von Mastitiden zwischen Tag -10 und Tag +50 post partum wurde mit $0,27 (\pm 0,09)$ berechnet
[APPUHAMY et al., 2007] (USA)	(911 Laktationen von Holsteins aus experimentellen Herden in den USA wurden betrachtet getrennt für erste Laktationen=FL und spätere Laktationen=LL, 305 Tage Milchleistungen im Durchschnitt FL= $10.257$ kg, LL= $11.889$ kg) das Auftreten von Mastitiden über die gesamte Laktation und die Spitzenmilchleistung einer Kuh (FL= $37,2$ kg, LL= $47,2$ kg) waren nicht signifikant mit einander assoziiert (FL: Spitzenmilchleistung $32,2$ kg ohne Auftreten von Mastitiden, $34,7$ kg Erkrankung an Mastitis in der Laktation, $p=0,071$ ; LL: Spitzenmilchleistung $38,6$ kg ohne Auftreten von Mastitiden, $37,6$ kg Erkrankung an Mastitis in der Laktation, $p=0,551$ )

In Tabelle 6 sind Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und Mastitiden verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 6: Heritabilitäten von Milchleistung und Mastitiden einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Mastitis	Milchleistung
[BUNCH et al., 1984] (England)	$0,03 (\pm 0,07)$	$0,69 (\pm 0,16)$
[LYONS et al., 1991] (USA)	$0,14 (\pm 0,05)$	
[SIMIANER et al., 1991] (Norwegen)	$0,088$	$0,275$
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	$0,146 (\pm 0,005)$	$0,17 (\pm 0,057)$

### 2.3.2. Eutergesundheit

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Mastitis	Milchleistung
[PÖSÖ und MÄNTYSAARI, 1996] (Finnland)	0,025-0,046	0,25 ( $\pm 0,03$ )
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	0,04	0,260
[RUPP und BOICHARD, 1999] (Frankreich)	0,024 ( $\pm 0,015$ )	0,24 ( $\pm 0,02$ )
[LASSEN et al., 2003] (Dänemark)	0,038 ( $\pm 0,0041$ )	0,22 ( $\pm 0,025$ )
[ØDEGARD et al., 2004] (Norwegen)	0,035	
[ZWALD et al., 2004] (USA)	0,09 ( $\pm 0,01$ )	0,17 ( $\pm 0,03$ )
[ABDEL-AZIM et al., 2005] (USA)	0,161 ( $\pm 0,078$ )	
[HERINGSTAD et al., 2005] (Norwegen)	0,08 ( $\pm 0,005$ )	1. Laktation
	0,07 ( $\pm 0,005$ )	2. Laktation
	0,07 ( $\pm 0,006$ )	3. Laktation
[HINRICHS et al., 2005] (Deutschland)		0,36 ( $\pm 0,01$ )
[KOIVULA et al., 2005] (Finnland)	0,02 ( $\pm 0,003$ )	0,09-0,11
[HARDER et al., 2006] (Deutschland)	0,05 ( $\pm 0,01$ ) bis 0,08 ( $\pm 0,03$ )	
[NEGUSSIE et al., 2008] (Finnland)	0,02-0,03	0,17-0,20
[APPUHAMY et al., 2009] (USA)	0,1	
[BLOEMHOF et al., 2009] (Niederlande)	0,04	

Die Heritabilität für Mastitiden wird generell als niedrig eingeschätzt, was eine Zucht auf Mastitisresistenz als ineffizient erscheinen lässt.

### 2.3.3. Fruchtbarkeit

Fruchtbarkeit ist ein umweltabhängiges Merkmal mit nur geringer Erbllichkeit, aber von hoher wirtschaftlicher Bedeutung [BUSCH, 2010].

Schon früh im letzten Jahrhundert forschte man über die Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit. Durchschnittliche Milchleistungen betragen etwa 550 kg Milch pro

### 2.3.3. Fruchtbarkeit

---

ersten vollen Kalendermonat nach der Kalbung. Knappe 5% (n=222) der 4.893 betrachteten Laktationen einer Studie von [GAINES, 1927] wurden bis 380 Tage post partum nicht tragend. Die durchschnittliche Gützeit betrug 174 Tage. War 1979 Unfruchtbarkeit noch zu 29,8% Abgangsursache aus der Herde, waren es 2006 nur 17,1% [VIT].

Geringe Milchleistung hat keine gute Fruchtbarkeit zur Folge. Ganz im Gegenteil! Niedrige Milchleistung bei unseren Kulturrassen sei der generelle Ausdruck von schweren Mängeln in Fütterung und Haltung. Dem gegenüber stünden Spitzenleistungen einer optimalen Fruchtbarkeit überhaupt nicht im Wege. Voraussetzung sei die Anwendung der Erkenntnisse moderner Tierhaltung im weitesten Sinne [BUSCH, 2004].

Störungen in der Fruchtbarkeit können verschiedene Ursachen haben. Haltungsbedingungen, wie Platzangebot, glatte/rutschige Böden, Fütterungsfehler, fette Kühe, schlecht konditionierte Kühe und Vitaminmangel, spielen dabei eine große Rolle. In helleren Ställen fühlen sich Kühe wohler, sie geben mehr Milch und das Fortpflanzungsgeschehen wird gefördert. Das Management eines Betriebes ((fehlende) Brunstbeobachtung, falsche Deck- /Besamungszeitpunkte, mangelhafte Hygiene) hat außerdem einen großen Einfluss auf das Fortpflanzungsgeschehen [LANDMANN et al., 2004]. Bei Belastung und Stress wird das Nebennierenrinden-System aktiviert. Die von ihm gebildeten Hormone bremsen oder blockieren die Produktion oder Freisetzung von Sexualhormonen. Fortpflanzungsfunktionen können also nur dann optimal ablaufen, wenn die körperlichen Voraussetzungen dazu gegeben sind [BUSCH, 2004].

Die Faktoren mit dem größten Potential, die Gützeit im Herdendurchschnitt zu beeinflussen, sind die Östruserkennung und die Konzeptionsrate [KINSEL und ETHERINGTON, 1998]. Dabei kann mittels Steigerung der Östrusdetektion, beispielsweise durch Brunstsynchronisation, die Trächtigkeitsrate relativ einfach gesteigert werden. Mangelnde Brunstnutzung sei eine der Hauptursachen für eine unbefriedigende Fruchtbarkeit in einer Milchviehherde. Ca. 60% vermeintlicher Fruchtbarkeitsprobleme ließen sich durch geeignetere Brunstkontrollen lösen.

Das Alter der Kuh, aber vor allem klinische Abweichungen während und nach der Geburt haben einen größeren Einfluss auf die Fruchtbarkeitsleistung als ihn die Milchleistung hat. Keiner der betrachteten frühen Fruchtbarkeitsparameter bei Holsteins und Jerseys wurde in einer Weise beeinflusst, die annehmen ließe, Milchleistung beeinträchtigt die physiologischen Prozesse nachteilig. Die Involution des Uterus sowie der Cervix traten früher bei Tieren mit höheren Milchleistungen auf. Bei älteren Tieren geschah dies später [FONSECA et al., 1983]. BERRY et al. (2003) stellten in ihrer Studie fest, dass die von ihnen betrachteten Se-

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

---

lektionsmerkmale bei weiterer Zucht auf steigende Milchleistung keinen schädlichen Einfluss auf die Fruchtbarkeit hatten.

Lahmheiten hatten einen nachteiligen Effekt auf die Fruchtbarkeit, welcher aber unter Einbeziehung der Milchleistung wieder verschwand. Vermutlich sei Lahmheit, wenn auch nicht allein, ein Glied in der Kette von höherer Milchleistung zu niedrigerer Fruchtbarkeit [BARKEMA et al., 1994]. Verglich man lahme mit nicht lahmen Tieren einer Herde 5 Tage nach der Brunstsynchronisation, so fiel auf, dass die lahmen Tiere deutlich häufiger ( $p < 0,05$ ) lagen als die nicht lahmen Kühe. Auch wenn sich das Brunstverhalten in beiden Gruppen nur marginal unterschied, schienen die lahmen Tiere verglichen mit den nicht lahmen Kühen weniger Brunstverhalten zu zeigen [WALKER et al., 2008].

In einer finnischen Studie wurden 20% aller Tiere (61.124 finnische Ayrshire Kühe) von einem Tierarzt auf Grund von Fruchtbarkeitsproblemen behandelt. Eine Laktationsinzidenzrate von 19% für Fruchtbarkeitserkrankungen ergab eine amerikanische Studie (342 Herden, 77.106 Laktationen) [APPUHAMY et al., 2009]. Beinahe alle Fruchtbarkeitserkrankungen korrelierten in irgendeiner Weise miteinander. Auch mit anderen Erkrankungen wie beispielsweise des Stoffwechsels ergaben sich Zusammenhänge [GRÖHN et al., 1990b].

Fruchtbarkeit ist ein umweltabhängiges Merkmal mit nur geringer Erbllichkeit (Tabelle 15). Sie dient der Arterhaltung, aber nur wenn die Selbsterhaltung des entsprechenden Tieres gesichert ist. Sie rangiert folglich in ihrer Bedeutung der Vitalitätsmerkmale hinter der Selbsterhaltung. Somit gibt es Fruchtbarkeit als eigenständiges Merkmal nicht [BUSCH, 2004]. Eine genetische Beeinflussung der Fruchtbarkeit, hier insbesondere des Besamungsindex, die Tage bis zum ersten Östrus und die Verzögerungszeit, scheint CARMAN (1955) auf Grund von Heritabilitäten von nahe Null als wenig effizient. Andere ökonomisch wichtige Merkmale würden größere züchterische Erfolge versprechen. HARDER et al. (2006) berechneten Heritabilitäten für verschiedene Erkrankungen der Fruchtbarkeit in verschiedenen Modellen mit 0,04 ( $\pm 0,01$ ) bis 0,07 ( $\pm 0,03$ ).

Auch für Studien über den Zusammenhang zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit muss an die Möglichkeit eines Bias gedacht werden. Kühe mit Fruchtbarkeitsproblemen und niedrigen Milchleistungen verlassen Herden oft zeitiger als ihre höher leistenden Kolleginnen. Folglich schlagen beispielsweise Besamungsversuche bei niedriger leistenden Kühen statistisch weniger zu Buche.

#### 2.3.3.1. Ovarialzysten

Die Energieversorgung ist die initiale Steuerungsgröße für die Fortpflanzung. Bei den ovariell bedingten Störungen handelt es sich um einen zentralen Funktionsausfall, der vor allem bei unzureichender Energiezufuhr auftritt. Es entsteht eine Imbalance zwischen Selbst- und Art-erhaltung [BUSCH, 2004].

Ovarialzysten sind einer der am häufigsten diagnostizierten pathologischen Befunde bei Milchkühen. Die Inzidenz lag im Schnitt bei 7,74%, wobei diese abhängig von der betrachteten Herde zwischen 1,9% und 11,3% schwankte [HOOIJER et al., 2001]. Auch konnte eine stetige Zunahme der Inzidenz über die Jahre festgestellt werden (1987, 3,04%; 1996, 9,45%). In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für Ovarialzysten von 6,8% bei erstlaktierenden Kühen und 7,5% bei pluriparen Tieren berechnet [GRÖHN et al., 1989]. Eine kumulative Inzidenz von 9,9% (4%-17% in den einzelnen Herden) errechnete [LAPORTE et al., 1994]. Wobei die tatsächliche Inzidenz auf Grund von spontaner Rückbildung vor der Diagnose auch noch höher liegen könnte. Die Laktationsinzidenz für Ovarialzysten betrug 8,1% [ZULU und PENNY, 1998]. 11,7% war die Laktationsinzidenz für Ovarialzysten bei FLEISCHER et al. (2001). Eine Laktationsinzidenz von 9,1% für Ovarialzysten ergab sich über alle Paritäten betrachtet in einer Studie von URIBE et al. (1995).

Durchschnittlich wurden die Zysten 61 Tage post partum diagnostiziert [FLEISCHER et al., 2001]. Ovarialzysten betrafen meist Kühe in der frühen Laktation [ZULU und PENNY, 1998]. Durchschnittlich traten Ovarialzysten am 63. Tag der Laktation auf, wobei 10% der Fälle innerhalb von 33 Tagen post partum auftraten. 90% der Fälle wurden bis zum 152. Tag sichtbar [HEUER et al., 1999]. Bei Zunahme der Milchleistung pro Tag um eine Standardabweichung (7,5 kg) schien die Inzidenz für Ovarialzysten 1,3-fach zu zunehmen ( $p \leq 0,01$ ). 94% der Kühe kamen innerhalb von 42 Tagen wieder in den normalen zyklischen Ablauf, jedoch wurden nur 29% in dieser Zeit bei der Brunst beobachtet [DACHIR et al., 1984]. Durchschnittlich 74 Tage lagen zwischen der Geburt und der Diagnose von Ovarialzysten [DOHOO und MARTIN, 1984]. 89 Tage waren es bei GRÖHN et al. (1989). Eine Spitzeninzidenz konnte im zweiten Monat post partum ausgemacht werden [LAPORTE et al., 1994].

Zwischen der Parität und dem Auftreten von Ovarialzysten konnte kein signifikanter Zusammenhang entdeckt werden [FLEISCHER et al., 2001]. Parität hatte keinen Einfluss auf die Ovarialzysteninzidenz [GRÖHN et al., 1995]. LAPORTE et al. (1994) verknüpften in ihrer Studie die Parität einer Kuh mit ihrer standardisierten Tagesleistung und betrachtete die zugehörigen Inzidenzen. Es ergab sich eine Inzidenz von 4,7% für Laktation 1 und Tagesmilch-

### 2.3.3. Fruchtbarkeit

---

leistungen von 25 kg im Vergleich zu einer Inzidenz von 17,5% für Kühe in der 6. Laktation mit Tagesmilchleistungen von 45 kg. Ohne den Faktor Parität unterschied sich die Tagesmilchleistung zystischer Tiere um nur 0,3 kg von Kühe ohne Ovarialzysten, kein signifikanter Wert. Das aber resultierte aus der längeren Zwischenkalbezeit ( $45 \pm 11$  Tage,  $p \leq 0,0001$ ), denn die totale Milchleistung war signifikant höher zwischen den Gruppen ( $1.222 \pm 236,33$  kg,  $p \leq 0,0001$ ). Die Milchleistung vor dem Auftreten von Ovarialzysten und die Parität waren ihrer Studie nach die wichtigsten Risikofaktoren für das Auftreten. Ökonomisch betrachtet waren Kühe mit Ovarialzysten nicht schlechter als ihre Herdenkolleginnen. Die Parität hatte einen signifikanten ( $p < 0,001$ ) Einfluss auf die Ovarialzysteninzidenz. Schon ab der 2. Laktation war der Unterschied zu Erstkalbinnen deutlich. Dieser Zusammenhang wurde mit steigender Parität noch deutlicher [HOOIJER et al., 2001].

Die Jahreszeit in der eine Kuh kalbte stand in einem signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten von Ovarialzysten. Kühe die im Winter kalbten, waren häufiger betroffen als jene, die im Sommer oder Herbst kalbten ( $p < 0,01$ ). Weiterhin wurde ein unvorteilhafter Zusammenhang zwischen der Parität einer Kuh und der Inzidenz für Ovarialzysten gefunden. Dieser war jedoch nicht signifikant [ABDEL-AZIM et al., 2005]. Auch GRÖHN et al. (1990b, 1995) fanden in ihren Studien eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Inzidenzen.

JOHNSON et al. (1966) verglichen in ihrer Studie über den Zusammenhang von Ovarialzysten und Milchleistung zystische ( $n=49$ ) mit nicht zystischen ( $n=542$ ) Herdenmitgliedern. Dabei war eine signifikante ( $p < 0,05$ ) Zunahme der Milchleistung in der betroffenen Laktation der zystischen Kühe gegenüber ihren Herdenkolleginnen festzustellen. Betrachtete man die vorangegangene Laktation der selben Kühe, welche dort alle ohne Ovarialzysten geblieben waren, so waren die Milchleistungen der beiden Gruppen annähernd gleich. Dies, so JOHNSON et al. (1966) indiziert stark, dass es einen Umstand geben müsse, welcher mit der zystischen Kondition einhergeht, der den Anstieg in der Milchleistung verschulde. Ein umgekehrter Zusammenhang sei unwahrscheinlich, da die Tiere in der nicht zystischen Laktation alle etwa dem selben Leistungsstand entsprachen. Zudem zeigte sich, dass je länger die Tiere unter dem Einfluss der Ovarialzysten waren, um so größer wurde der Leistungsunterschied zu den nicht zystischen Vergleichskühen. Eine mögliche Erklärung für diese Umstände sahen JOHNSON et al. (1966) in den verschiedenen Östrogenkonzentrationen im Körper, die durch die Zysten erzeugt würden und damit einen Einfluss auf das Östrusverhalten sowie die Milchleistung haben könnten. Wiederum andere Autoren bezeichnen die höhere Milchleistung in einer Laktation, in welcher Ovarialzysten auftraten, als logische Konsequenz der Nicht-Trächtigkeit und dem damit verbundenen Energie-Plus in dieser Laktation [LAPORTE

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

et al., 1994]. URIBE et al. (1995) fanden eine schwach negative genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Ovarialzysten. Züchtung auf höhere Leistungen hätte demzufolge keinen prädisponierenden Einfluss auf diese Erkrankung.

Kühe mit einem Fett-Protein-Quotienten >1,5 hatten ein erhöhtes Risiko für Ovarialzysten (Odds Ratio 1,7) [HEUER et al., 1999].

Mastitiden und Ketosen steigerten das Risiko für Ovarialzysten (1,5-fach und 1,6-fach) [GRÖHN et al., 1995].

Eine weitere Zucht allein auf Milchleistungsparametern ohne weiterführende Maßnahmen werde die Inzidenz für Ovarialzysten um 1,5% je 500 kg höherer Laktationsleistung weiter erhöhen [HOOIJER et al., 2001]. Kühe mit Ovarialzysten hatten zudem längere Gützeiten als ihre Herdenkameradinnen (im Schnitt 26 bis 41 Tage, abhängig von der Parität).

In Tabelle 7 finden sich verschiedene Literaturangaben über einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Risiko an Ovarialzysten zu erkranken, deren Resultate antagonistische Beziehungen darstellen.

Tabelle 7: Literaturangaben über negative Einflüsse von Milchleistung auf Ovarialzysten

Quelle	Einfluss Ovarialzysten
[GRÖHN et al., 1990b] (Finnland)	(Studie über 61.124 Finnisch-Ayrshire Kühe (41.989 davon pluripar), Tierarzt-daten wurden ausgewertet, je nur jedes 1. Auftreten einer Krankheit pro Laktation) hohe Herdenmilchleistung erhöhte das Risiko für Ovarialzysten (<4.870 kg Odds Ratio=1,0, 4.870-6.149 kg Odds Ratio=1,5, ≥6.150 kg Odds Ratio=1,7); hohe Einzeltierleistungen erhöhten das Risiko für Ovarialzysten (<4.740 kg Odds Ratio=1,0, 4.740-5.899 kg Odds Ratio=1,2, 5.900-7.059 kg Odds Ratio=2,0, ≥7.060 kg Odds Ratio=3,1)
[LAPORTE et al., 1994] (Niederlande)	(21 Betriebe, durchschnittliche Herdengröße = 62±23, Milchleistung 7.357±1.017 kg über 3 Jahre wurden betrachtet) Milchleistung war ein wichtiger Risikofaktor für Ovarialzysten, Kühe mit Ovarialzysten gaben im Schnitt 1.222±236,33 kg mehr Milch pro Laktation (p=0,0001), konträr dazu war die Milchleistung pro Tag betrachtet nur 0,3kg höher (p=0,24) → durchschnittlich 49±9,96d längere Laktationsperiode (p=0,0001)

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss Ovarialzysten
[GRÖHN et al., 1995] (USA)	(7.255 pluripare Holsteins aus 25 Herden, Herdengröße durchschnittlich 323) nur Kühe mit den höchsten Laktationsleistungen hatten ein signifikant erhöhtes Risiko für Ovarialzysten ( $>11.786$ kg Odds Ratio = 1,4; $p<0,05$ ) – Milchleistungen darunter (von $\leq 8.595$ kg bis $\leq 11.786$ kg pro Laktation) und auch Milchleistungsabweichungen vom Herdendurchschnitt (von $\leq 1.426$ kg unter dem Herdenschnitt bis $>1.431$ kg darüber) hatten keinen signifikanten Einfluss ( $P>0,05$ )
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(4.640 Datensätze kanadischer Holsteins aus 85 Herden von 148 Vätertieren wurden ausgewertet) für die umweltbedingte Korrelation zwischen der Milchleistung und Ovarialzysten ergab sich ein Wert von 0,27 für erstlaktierende Kühe und 0,20 für alle Tiere gemeinsam betrachtet
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	(4.368 Datensätze erstlaktierender Holsteins von 439 Vätertieren wurden bewertet, 305-Tage Milchleistung: $8.519 \pm 1.452$ kg) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Ovarialzysten betrug 0,23, die phänotypische Korrelation wurde mit 0,01 angegeben
[HEUER et al., 1999] (Niederlande)	(1.335 Laktationen in 16 gewerblichen Herden wurden betrachtet, Durchschnittsleistung der ersten 100d p.p. $3.047 \pm 849$ kg) bei einem Anstieg der Einsatzleistung um eine Standardabweichung von der Durchschnittseinsatzleistung ( $29,3 \pm 7,5$ kg) schien die Inzidenz für Ovarialzysten um 1,3 zuzunehmen ( $p<0,1$ )
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland)	(1.803 Laktationen) ein signifikanter Zusammenhang ( $p<0,001$ ) zwischen 305-Tage Milchleistung in der aktuellen Laktation und dem Risiko für Ovarialzysten wurde gefunden: eine Kuh mit einer Milchleistung von 12.000 kg pro Laktation hatte eine 3,1fach erhöhte erwartete Wahrscheinlichkeit (EPA) Ovarialzysten zu bekommen, wie eine Kuh mit einer Jahresmilchleistung mit 6.000 kg; weiterhin wurde berechnet, dass eine um 323 kg höhere Jahresmilchleistung einem Anstieg der Inzidenz von Ovarialzysten von 1% entspräche
[HOOIJER et al., 2001] (Niederlande)	(15.562 Kalbungen holländischer Schwarz-Bunter-Milchkühe wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und Ovarialzysten wurde mit 0,34 ( $\pm 0,11$ ) berechnet; die umweltbedingte Korrelation mit 0,07 ( $\pm 0,02$ ); je 500 kg Milchleistungszuwachs stiege die Inzidenz für Ovarialzysten um weitere 1,5%

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss Ovarialzysten
[INGVARTSEN et al., 2003] (Review) (Dänemark)	(11 epidemiologische und 14 genetische Studien über den Zusammenhang von Milchleistung und Gesundheit) die untersuchten epidemiologischen Studien zeigten (bis auf 2) eine unvorteilhafte Beziehung zwischen der Milchleistung und der Inzidenz für Ovarialzysten, wobei die genetischen Koeffizienten sehr ungleichmäßig waren

In Tabelle 8 finden sich verschiedene Literaturangaben, welche fehlende und zum Teil auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und Ovarialzysten beschreiben.

Tabelle 8: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf Ovarialzysten

Quelle	Einfluss Ovarialzysten
[JOHNSON et al., 1966] (USA)	(49 Kühe mit Zysten und 542 ihrer Herdenkameradinnen ohne Ovarialzysten) zystische Kühe gaben in ihrer zystischen 305-Tage Laktation signifikant ( $p < 0,05$ ) mehr Milch (305 Tage: 8.405 kg gegen 7.893 kg) als ihre nicht-zystischen Herdenkolleginnen, betrachtete man hingegen die vorangegangene Laktation (in der alle 591 ausgewerteten Tiere ohne Ovarialzysten waren), war der Unterschied zwischen den Milchleistungen der Gruppen nur gering (305 Tage: 7.949 kg gegen 7.888 kg), Johnson vermutet einen Umstand den Ovarialzysten mit sich bringen, der die höheren Milchleistungen bedingt und hält den umgekehrten Zusammenhang für weniger wahrscheinlich
[SHANKS et al., 1978] Daten wurden zusammengefasst nach 388 Geburten von 177 Kühen (1968-1974) (USA)	(43 Paare unbelegter Färsen wurden ausgewählt, eine Färse jeden Paares wurde nach hoher potentieller Milchleistung (HL) ausgewählt, die andere nach niedriger Leistung (LL) (0-Generation) – die Tiere wurden nun zufällig belegt mit Samen von 7 Hochleistungsvatertieren und solchen mit durchschnittlicher Milchleistung (7), die Milchleistung war signifikant ( $p < 0,001$ ) verschieden zwischen der HL- und LL-Gruppe, sowohl in der Eltern-, als auch in der Nachkommengeneration) der Anteil an Kühen mit Ovarialzysten der Elterngeneration war nicht signifikant verschieden zwischen beiden Gruppen ( $14 \pm 3,3\%$ (HL in 112 Laktationen), $10 \pm 2,6\%$ (LL in 131 Laktationen)), bei der Nachkommengeneration war der Anteil ebenfalls nicht signifikant verschieden in beiden Gruppen ( $13 \pm 4,6\%$ (HL-Vatertiere in 54 Laktationen), $8 \pm 4\%$ (LL-Vatertiere in 48 Laktationen))
[DACHIR et al., 1984] (USA)	(35 Töchter von 24 Holstein-Bullen (305 Tage Milchleistungen von 4.582 kg bis 11.383 kg) und 17 Töchter (305 Tage Milchleistungen 2.740 kg bis 7.505 kg) von von 14 Jersey-Bullen) die Ovarienaktivität war unabhängig von der aktuellen Milchleistung ( $p > 0,1$ ), es konnte kein antagonistischer Zusammenhang gefunden werden

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss Ovarialzysten
[LYONS et al., 1991] (USA)	(9.187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und Ovarialzysten war -0,01, die phänotypische Korrelation betrug -0,09
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(4.640 Datensätze kanadischer Holsteins aus 85 Herden von 148 Vatertieren wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Ovarialzysten wurde mit -0,14 für erstlaktierende Kühe berechnet und -0,06 für alle Tiere gemeinsam betrachtet
[ZULU und PENNY, 1998] (Großbritannien)	(405 betrachtete Tiere, 33 davon bekamen Zysten) kein signifikanter Zusammenhang ( $P > 0,05$ ) zwischen hoher Milchleistung und Ovarialzysten wurde entdeckt (OR=1,28), verglichen man die zystische Laktation mit der vorangegangenen Laktation, so ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den 305 Tage Laktationen ( $1.290,17 \pm 828,29$ kg, $p < 0,001$ )
[AEERHARD et al., 2001] (Schweiz)	(29 Paare von Hochleistungskühen ( $> 45$ kg Spitzenmilchleistung und korrespondierenden – den Herdendurchschnitt der selben Herde repräsentierenden ( $\pm 10\%$ ) – Durchschnittsleistungskühen aus 29 schweizer Betrieben; Laktationsleistung $10.882 \pm 323$ kg gegen $8.232 \pm 269$ kg) keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Auftretens von Ovarialzysten zwischen den beiden Gruppen (4 von 28 und 3 von 28 Tieren)
[PEDERNERA et al., 2008] (Australien)	(2 Gruppen von australischen Holsteins: niedriger leistende Kühe (circa 6.000 l Milch pro Laktation → restriktive Fütterung) und höher leistende Tiere (rund 9.000 l pro Laktation) beide Gruppen hatten in der vorherigen Laktation annähernd die gleichen Leistungen (knapp 6.000 l)) es gab keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,624$ ) zwischen den Ovarienaktivitäten in beiden Gruppen, Abnormalitäten der Ovarien traten zu 49% auf, in beiden Gruppen gleichermaßen

In Tabelle 9 sind exemplarisch einige Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und Ovarialzysten verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 9: Heritabilitäten von Milchleistung und Ovarialzysten einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Ovarialzysten	Milchleistung
[RAHEJA et al., 1989] (Kanada)		0,18 – 0,19
[LYONS et al., 1991] (USA)	0,05 ( $\pm 0,04$ )	

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Ovarialzysten	Milchleistung
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	0,13 1. Laktation 0,08 alle Laktationen	0,17 ( $\pm 0,057$ )
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	0,02	
[HOOIJER et al., 2001] (Niederlande)	0,102 ( $\pm 0,033$ )	0,38 ( $\pm 0,04$ )
[ABDEL-AZIM et al., 2005] (USA)	0,03 ( $\pm 0,047$ )	
[ZWALD et al., 2005] (USA)	0,04 ( $\pm 0,01$ )	0,17 ( $\pm 0,03$ )

#### 2.3.3.2. Schweregeburten, Nachgeburtshaltungen

Schweregeburten sind weit entfernt von einer harmlosen Funktionsstörung, die den Herdenmanager nur ein wenig Mehrzeit kostet. Viele direkte und indirekte Effekte vor allem auf Erstkalbinnen ergaben sich daraus [ERB et al., 1985].

1,5% war die Inzidenz ärztlich assistierter Schweregeburten bei pluriparen Kühen [CURTIS et al., 1985]. Die Inzidenzraten für Schweregeburten lagen bei 1,2% bei Erstgebärenden, 1% bei pluriparen Kühen [GRÖHN et al., 1989]. Durchschnittlich 8,7% der Kühe und Färsen hatten eine assistierte Kalbung. Dabei waren es in dem Quartil der besten Herden knapp unter 1% im schlechtesten Quartil hingegen 21% [WHITAKER et al., 2000].

8,9% war die Laktationsinzidenz für Nachgeburtshaltungen [FLEISCHER et al., 2001]. Durchschnittlich wurde die Nachgeburtshaltung 1 Tag post partum diagnostiziert. Ein signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,05$ ) zwischen der Parität und dem Auftreten von Nachgeburtshaltungen wurde außerdem gefunden. HERINGSTAD et al. (2005) errechneten Inzidenzen für Nachgeburtshaltungen von 2,6% für erstlaktierende Kühe, 3,4% für zweitlaktierende Kühe und 4,3% für drittlaktierende Kühe. In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für Nachgeburtshaltungen von 4,4% bei erstlaktierenden Kühen und 5,3% bei pluriparen Tieren berechnet [GRÖHN et al., 1989]. 11,4% war die Inzidenz von Nachgeburtshaltungen bei pluriparen Kühen [CURTIS et al., 1985]. 2 Tage lagen hier durchschnittlich zwischen der Geburt und der Diagnose einer Nachgeburtshaltung [GRÖHN et al., 1989].

Schweregeburten und Nachgeburtshaltungen waren nicht miteinander assoziiert [CURTIS et al., 1985]. ERB et al. (1985) dagegen fanden eine Erhöhung des Risikos für Nachgeburtshaltungen bei vorangegangener Schweregeburt (Odds Ratio 4,0).

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Das Alter einer Kuh hatte keinen Einfluss auf das Auftreten von Schweregeburten. Nachgeburtshaltungen hingegen waren signifikant ( $p \leq 0,01$ ) mit dem Alter assoziiert [CURTIS et al., 1985]. ERB et al. (1985) fanden ebenfalls einen positiven Zusammenhang zwischen dem Alter und Nachgeburtshaltungen, nicht aber zwischen dem Alter und Schweregeburten. In einer Studie von GRÖHN et al. (1990b) hatte weder die Parität noch die Herden- oder Einzeltierleistungen einen entscheidenden Einfluss auf das Auftreten von Schweregeburten.

Bei steigendem Gewicht einer Färsen zur Geburt (Geburtsgewicht Herdendurchschnitt 510,82 kg  $\pm$  55,32 kg) sank das Risiko für Schweregeburten. Die Milchleistung der entsprechenden Laktation war höher. Ein Anstieg des Gewichtes zur Geburt von 45,5 kg bedeuteten 1.281 kg mehr Milch in der 305 Tage Laktation [ERB et al., 1985].

Gebärpausen steigerten das Risiko für Nachgeburtshaltungen signifikant (Odds Ratio 4,0;  $p \leq 0,01$ ) [CURTIS et al., 1985]. ERB et al. (1985) kamen zu ähnlichen Ergebnissen, zusätzlich fanden sie eine Erhöhung des Risikos für Schweregeburten (Odds Ratio 4,2).

Eine Schweregeburt vervielfachte das Risiko einer Kuh, an einer Metritis zu erkranken (Odds Ratio 4,9;  $p \leq 0,01$ ). Bei Auftreten einer Nachgeburtshaltung stieg das Risiko ebenfalls signifikant (Odds Ratio 5,7;  $p \leq 0,01$ ) [DOHOO und MARTIN, 1984].

In Tabelle 10 finden sich verschiedene Literaturangaben über einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Risiko für Schweregeburten/Nachgeburtshaltungen, deren Resultate antagonistische Beziehungen darstellen.

Tabelle 10: Literaturangaben über negative Einflüsse von Milchleistung auf Schweregeburten/Nachgeburtshaltungen

Quelle	Einfluss Schweregeburten, Nachgeburtshaltung
[GRÖHN et al., 1990a] (Finnland)	(Studie über 41.989 pluriparen Finnisch-Ayrshire Kühe) hohe Herdenmilchleistung erhöhte das Risiko für Nachgeburtshaltungen (<4.870 kg Odds Ratio=1,1, 4.870-6.149 kg Odds Ratio=1,0, $\geq$ 6.150 kg Odds Ratio=1,3) hohe Einzeltierleistungen erhöhten das Risiko für Nachgeburtshaltungen (<4740kg Odds Ratio=1,0, 4.740-5.899 kg Odds Ratio=1,2, 5.900-7.059 kg Odds Ratio=1,2, $\geq$ 7.060 kg Odds Ratio=1,5)
[GRÖHN et al., 1990b] (Finnland)	(Studie über 61.124 Finnisch-Ayrshire Kühe (41.989 davon pluripar), Tierarzt-daten wurden ausgewertet, je nur jedes 1. Auftreten einer Krankheit pro Laktation) hohe Herdenmilchleistung erhöhte das Risiko für Schweregeburten (<4.870 kg Odds Ratio=1,0, 4.870-6.149 kg Odds Ratio=1,2, $\geq$ 6.150 kg Odds Ratio=1,4)

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss Schweregeburten, Nachgeburtsverhaltung
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland)	<p>(1209 Laktationen)</p> <p>ein signifikanter Zusammenhang (<math>p &lt; 0,01</math>) zwischen Nachgeburtsverhaltungen und 305-Tage Milchleistung der vorangegangenen Laktation wurde gefunden: eine Kuh mit einer Milchleistung von 12.000 kg pro Laktation hatte eine 2,7-fach erhöhte erwartete Wahrscheinlichkeit (EPA) an einer Nachgeburtsverhaltung zu leiden, wie eine Kuh mit einer Jahresmilchleistung mit 6.000 kg</p> <p>weiterhin wurde berechnet, dass eine um 570 kg höhere Jahresmilchleistung einem Anstieg der Inzidenz einer Nachgeburtsverhaltung von 1% entspräche</p>

In Tabelle 11 finden sich verschiedene Literaturangaben, welche fehlende und teilweise auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und dem Auftreten von Schweregeburten oder Nachgeburtsverhaltungen beschreiben.

Tabelle 11: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf Schweregeburten/Nachgeburtsverhaltungen

Quelle	Einfluss Schweregeburten, Nachgeburtsverhaltung
[SHANKS et al., 1978] Daten wurden zusammengefasst nach 388 Geburten von 177 Kühen (1968-1974) (USA)	<p>(43 Paare unbelegter Färsen wurden ausgewählt, eine Färse jedes Paares wurde nach hoher potentieller Milchleistung (HL) ausgewählt, die andere nach niedriger Leistung (LL) (0-Generation) – die Tiere wurden nun zufällig belegt mit Samen von 7 Hochleistungsvatertieren und solchen mit durchschnittlicher Milchleistung (7), die Milchleistung war signifikant (<math>p &lt; 0,001</math>) verschieden zwischen der HL- und LL-Gruppe, sowohl in der Eltern-, als auch in der Nachkommengeneration)</p> <p>die Anzahl der Nachgeburtsverhaltungen der Elterntiere war nahezu gleich in beiden Gruppen (<math>8 \pm 2,6\%</math> (HL in 112 Laktationen), <math>10 \pm 2,6\%</math> (LL in 131 Laktationen));</p> <p>die Fälle von Nachgeburtsverhaltungen der Nachkommen war nicht signifikant verschieden in beiden Gruppen (<math>7 \pm 3,6\%</math> (HL-Vatertiere in 54 Laktationen), <math>10 \pm 4,5\%</math> (LL-Vatertiere in 48 Laktationen));</p> <p>assistierte Geburten waren ebenfalls nicht signifikant verschieden zwischen allen Gruppen</p>
[DOHOO und MARTIN, 1984] (Kanada)	<p>(751 Laktationen pluriparer Kühe aus 32 Holsteinherden wurden ausgewertet)</p> <p>Schweregeburten waren nicht signifikant assoziiert mit der Milchleistung der vorangegangenen Laktation;</p> <p>Nachgeburtsverhaltungen waren nicht signifikant assoziiert mit der Milchleistung der vorangegangenen Laktation</p>

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss Schweregeburten, Nachgeburtshaltung
[CURTIS et al., 1985] (USA)	(1.374 pluripare Holsteins aus 31 Herden) zwischen der Milchleistung der vorangegangenen Laktation und dem Auftreten von Schweregeburten oder Nachgeburtshaltungen wurde kein Zusammenhang gefunden
[ERB et al., 1985] (USA)	(2.066 Laktationen von 1.785 pluriparen Kühen, durchschnittliche Laktationsleistung über 8.000 kg pro Tier) Laktationsleistung und (tierärztlich betreute) Schweregeburten waren nicht miteinander assoziiert
[GRÖHN et al., 1990b] (Finnland)	(Studie über 61.124 Finnisch-Ayrshire Kühe (41.989 davon pluripar), Tierarzt-daten wurden ausgewertet, je nur jedes 1. Auftreten einer Krankheit pro Laktation) hohe Einzeltierleistungen erhöhten nicht signifikant das Risiko für Schweregeburten (<4.740kg Odds Ratio=1,3, 4.740-5.899 kg Odds Ratio=1,2, 5.900-7.059 kg Odds Ratio=1,0, ≥7.060 kg Odds Ratio=1,2)
[LYONS et al., 1991] (USA)	(9.187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und der Inzidenz für Nachgeburtshaltungen war -0,43, die phänotypische Korrelation betrug -0,08
[GRÖHN et al., 1995] (USA)	(7.425 pluripare Holsteins aus 25 Herden) es bestand kein signifikant erhöhtes Risiko einer Nachgeburtshaltung bei Tieren mit höherer Laktationsleistung ( $P>0,05$ ), weder bei der absoluten Milchleistung (von $p\leq 8.595$ kg bis $>11.786$ kg pro Laktation), noch bei der Milchleistungsabweichung vom Herdendurchschnitt (von $\leq 1.426$ kg unter dem Herdenschnitt bis $>1.431$ kg darüber)
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	(4.368 Datensätze erstlaktierender Holsteins von 439 Vatertieren wurden bewertet, 305-Tage Milchleistung: $8.519\pm 1.452$ kg) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Nachgeburtshaltungen betrug -0,28, die phänotypische Korrelation wurde mit -0,01 angegeben
[HEUER et al., 1999] (Niederlande)	(1.335 Laktationen in 16 gewerblichen Herden) die Einsatzleistung war 2,2 kg/Tag niedriger als die Durchschnittseinsatzleistung ( $29,3\pm 7,5$ kg) bei Kühen die eine Nachgeburtshaltung hatten (83 Kühe)

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss Schweregeburten, Nachgeburtshaltung
[AEBERHARD et al., 2001] (Schweiz)	(29 Paare von Hochleistungskühen (>45 kg Spitzenmilchleistung und korrespondierenden – den Herdendurchschnitt der selben Herde repräsentierenden ( $\pm 10\%$ ) – Durchschnittsleistungskühen aus 29 schweizer Betrieben; Laktationsleistung $10.882 \pm 323$ kg gegen $8.232 \pm 269$ kg) keine signifikanten Unterschiede bezüglich Schweregeburten bzw. Geburtshilfe zwischen den Gruppen (17 von 29 und 16 von 29; keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Auftretens von Nachgeburtshaltungen zwischen den beiden Gruppen (3 von 29 und 1 von 29 Tieren)
[INGVARTSEN et al., 2003] (Review) (Dänemark)	(11 epidemiologische und 14 genetische Studien über den Zusammenhang von Milchleistung und Gesundheit) es wurde keine signifikante Verbindung zwischen der Milchleistung und dem Auftreten von Schweregeburten gefunden - auch wenn dies nur 3 der betrachteten Studien thematisierten, scheint ein Zusammenhang unwahrscheinlich epidemiologische Studien haben nicht einstimmig eine unvoreilhaftete Verbindung zwischen Nachgeburtshaltung und Milchleistung gefunden, genetisch scheint ein Zusammenhang möglich, jedoch in der Gesamtheit betrachtet ist eine solche Verbindung eher unwahrscheinlich
[PEDERNERA et al., 2008] (Australien)	(2 Gruppen von australischen Holsteins: niedriger leistende Kühe (circa 6.000 l Milch pro Laktation → restriktive Fütterung) und höher leistende Tiere (rund 9.000 l pro Laktation) beide Gruppen hatten in der vorherigen Laktation annähernd die gleichen Leistungen (knapp 6.000 l)) kein signifikanter Unterschied ( $P > 0,05$ ) zwischen den Gruppen bezüglich Nachgeburtshaltungen

In Tabelle 12 sind Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und Schweregeburten/Nachgeburtshaltungen verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 12: Heritabilitäten von Milchleistung und Schweregeburten/Nachgeburtshaltungen einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Nachgeburtshaltung/ Schwergewurt	Milchleistung
[RAHEJA et al., 1989] (Kanada)		0,18 – 0,19
[LYONS et al., 1991] (USA)	0,05 ( $\pm 0,04$ )	
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	0,01	
[HOOIJER et al., 2001] (Niederlande)		0,38 ( $\pm 0,04$ )

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Nachgeburtungsverhaltung/ Schwerg Geburt	Milchleistung
[HERINGSTAD et al., 2005] (Norwegen)	0,08 ( $\pm 0,008$ )	1. Laktation
	0,08 ( $\pm 0,009$ )	2. Laktation
	0,08 ( $\pm 0,010$ )	3. Laktation

#### 2.3.3.3. Fruchtbarkeitskennzahlen

Die durchschnittliche Zwischenkalbezeit Schwarzbunter Holsteins in Deutschland betrug im Jahr 2011 413 Tage. 404 und 392 Tage waren es bei den Rassen Holsteins Rotbunt und Fleckvieh [ADR, 2012]. Das durchschnittliche Erstkalbealter bei Schwarzbunten Holsteins war 28 Monate. Das von Fleckviehkühen lag bei 31 Monaten [VIT]. Unfruchtbarkeit war zu 20,9% Abgangsursache [ADR, 2012].

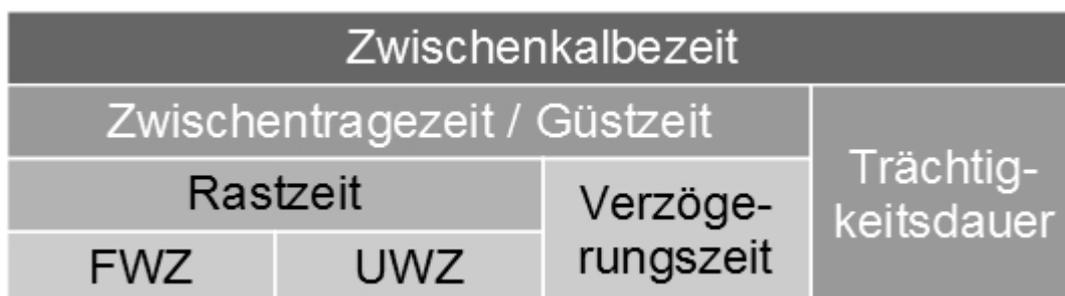


Abbildung 8: Bausteine der Zwischenkalbezeit (FWZ=freiwillige Wartezeit, UWZ=unfreiwillige Wartezeit)

In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für Stillbrünstigkeit von 4,9% bei erstlaktierenden Kühen und 4,5% bei pluriparen Tieren berechnet. 89 Tage lagen durchschnittlich zwischen der Geburt und der Diagnose [GRÖHN et al., 1989].

Wie HARRISON et al. (1990) in einer Studie mit 2 Gruppen (je 10 Durchschnittsleistungs- und Hochleistungsmilchkühe aus einem 20 jährigen Genselektions-Projekt) von Holsteinkühen feststellten, waren die Uterusinvolutions, sowie die Ovarienaktivitäten in den beiden betrachteten Gruppen gleich. Jedoch das Sichtbarwerden der Östren in Form von Brunstverhalten unterschied sich signifikant zwischen beiden Gruppen. Herdenmanagement sowie aufmerksame Brunstbeobachtung spielen hierbei sicherlich eine wichtige Rolle. Im Ergebnis dieser Studie hatte die Milchleistung keinen Einfluss auf die Aktivität der Ovarien, wohl aber einen suppressiven Effekt auf das Brunstverhalten. LEE et al., (1997) konnten in ihrer Studie

einen positiven Zusammenhang zwischen der Länge der Gützeit und der Milchleistung einer Kuh feststellen, wobei vor allem die Leistung in der frühen Laktation einen starken Einfluss hatte. Sie sprachen auch von einem inhibitorischen Effekt der Trächtigkeit auf die Milchleistung der Kuh.

Die Ergebnisse einer Studie von FONSECA et al. (1983) unterstützen nur wenig den Gedanken, dass frühe postpartale Parameter, wie beispielsweise die Zeit bis zum 1. Östrus, nachteilig durch höhere Milchleistungen beeinflusst würden. Klinische Auffälligkeiten und auch das Alter des Tieres hätten größeren Einfluss darauf. Die Gützeit und die Konzeptionsrate wurden hierdurch ebenfalls stärker beeinflusst als durch die Milchleistung. Der Verbleib auch niedrig leistender Tiere in der Herde bedingte breite Schwankungen zwischen den einzelnen Laktationsleistungen (5.850 kg bis 9.174 kg). Nach FONSECA et al. (1983) griffen viele Studien auf kommerzielle Herden zurück, in denen selektives Aussortieren aus der Herde auf Grund niedriger Milchleistung Daten über Fruchtbarkeit innerhalb der Herde möglicherweise verzerrt und künstliche lineare Zusammenhänge schafft („Culling Bias“). In ihrer Studie war die Zeit bis zur 1. postpartalen Ovulation nicht länger für Kühe mit höheren Milchleistungen. Sogar eine signifikant negative, lineare Korrelation zwischen 305-Tage-Leistung und Tagen von der Geburt bis zum 1. Eisprung bei Jersey-Kühen wurde beobachtet. RAHEJA et al. (1989) fanden genetische Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeitsparametern nahe 0. Diese sprächen wenig für eine antagonistische Beziehung zwischen diesen beiden Merkmalen. SNIJDERS et al. (2001) verglichen in ihrer Studie Kühe, die bei der ersten Besamung aufnahmen, mit jenen die nicht tragend blieben. Die Milchleistung unterschied sich nicht signifikant zwischen beiden Gruppen.

MATSOUKAS und FAIRCHILD (1975) zeigten in ihrer Studie eine Zunahme des Besamungsindex mit steigender Parität der Kuh. Allerdings wurde diese erst ab der 6. Laktation sichtbar. Auch die Verzögerungszeit stieg in diesem Zusammenhang deutlich an. Während der ersten 5 Laktationen waren die Werte ähnlich. Weiterhin ergaben sich signifikant verschiedene Werte für den Besamungsindex und die Zwischenkalbezeiten zwischen den Rassen Jersey und Holstein zugunsten Ersterer. STEVENSON et al. (1983) fanden eine signifikante ( $p < 0,05$ ) Abhängigkeit der Rastzeit vom Alter der Kuh. Sie verlängerte sich bei Kühen, die älter als 60 Monate waren. HILLERS et al. (1984) konnten eine solche Abhängigkeit hingegen nicht nachweisen, auch nicht für die Konzeptionsraten. Die Zeit der Besamung (vormittags oder nachmittags) und der Besamer hatten einen signifikanten ( $p < 0,05$ ) Einfluss auf die Konzeptionsrate sowie die maximale Tagestemperatur ( $p < 0,01$ ) [STEVENSON et al., 1983].

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

---

MARTI und FUNK (1994) fanden eine signifikante ( $p < 0,01$ ) Abhängigkeit zwischen der Parität einer Kuh und deren Gützeit. Auch hier hatte die Jahreszeit einen großen Einfluss. SPALDING et al. (1975) stellten ebenfalls einen nachteiligen Effekt des Alters auf die Fruchtbarkeit fest. Pluripare Kühe konzipierten 13% seltener als primipare Kühe. Dies stünde möglicherweise mit einer steigenden Inzidenz für Nachgeburtststörungen (14,9% gegen 6,2%,  $p < 0,001$ ) im Vergleich zu Erstkalbinnen im Zusammenhang [CHEBEL et al., 2003]. Auch die höhere Milchleistung pluriparer Kühe und die damit verbundene veränderte Energiebilanz kämen ursächlich in Frage. KINSEL und ETHERINGTON (1998) konnten keinen Zusammenhang zwischen Gesamtkonzeptionsrate und Parität finden.

Kühe mit höheren Milchleistungen hatten ein niedrigeres Erstkalbealter im Vergleich zu ihren Herdenkolleginnen [BERGER et al., 1981; SEYKORA und McDANIEL, 1983].

GRÖHN et al. (1990b) fanden in ihrer Studie eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Inzidenzen für Stillbrünstigkeit. Eine signifikante jahreszeitliche Abhängigkeit der Konzeptionsrate und der Rastzeit ergaben sich nicht [HILLERS et al., 1984].

EICKER et al. (1996) weisen ebenfalls auf eine möglich Verzerrung der Statistiken hin. In Herden in denen niedriger leistende nicht tragende Kühe eher geschlachtet werden, scheinen höher leistende Tiere längere Gützeiten als ihre Herdenkolleginnen zu haben.

Fruchtbarkeitsstörungen hatten einen depressiven Effekt auf die Milchleistung. 23 Tiere einer Herde einer Versuchsanstalt in Kanada, die Fruchtbarkeitsstörungen zeigten, gaben mit durchschnittlich 29,92 kg signifikant ( $p < 0,05$ ) weniger Milch als die restlichen 117 Tiere mit 31,99 kg [COLLARD et al., 2000].

In Tabelle 13 finden sich verschiedene Literaturangaben über einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und verschiedenen Fruchtbarkeitsparametern, deren Resultate antagonistische Beziehungen darstellen.

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Tabelle 13: Literaturangaben über negative Einflüsse von Milchleistung auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[SPALDING et al., 1975] (USA)	(9.750 Tiere in 125 Herden, durchschnittliche 305 Tage Milchleistung 6.305 kg) es wurde in 4 Gruppen eingeteilt: 1. Gruppe <907 kg unter dem Milchleistungsdurchschnitt – die Werte dieser Gruppe wurde als Null-Werte/Bezugswerte gesetzt – 2. Gruppe mit -907 bis 0 kg, 3. mit 0 bis +907 kg und 4. Gruppe mit >907 kg Milchleistung pro Laktation die Konzeptionsrate verschlechterte sich ab der 2. Gruppe in Bezug auf die 1. Gruppe und nahm in den folgenden Gruppen noch weiter ab ein ähnliches Ergebnis ergab sich für die Rastzeit
[BERGER et al., 1981] (USA)	(72.187 Datensätze aus 201 Herden) die Berechnungen ergaben eine positive genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und der Fruchtbarkeitsleistung einer Kuh (z.B. $0,53 \pm 0,25$ zwischen 305 Tage Leistung und notwendigen Besamungen), dies induziere einen antagonistischen Effekt zwischen den beiden Parametern
[SEYKORA und McDANIEL, 1983] (USA)	(Daten von 5.802 Erstkalbinnen von 1950 bis 1980) die genetische Korrelation zwischen Günstzeit und Milchleistung war positiv (0,35 bis 0,60), dabei bedeutete ein genetische Anstieg der Milchleistung um 1.000 kg eine längere Günstzeit von 5-10 Tagen
[STEVENSON et al., 1983] (USA)	(307 Holsteins über 3 Jahre) der Besamungsindex war höher und die Konzeptionsrate niedriger bei Tieren, die höhere oder niedrigere Milchleistungen hatten als der Durchschnitt
[BUTLER und SMITH, 1989] (USA)	(Metadatenanalyse) steigende Milchleistung hat zur Verringerung der Konzeptionsrate geführt (66% in 1951 gegen 40-50% in 1975), nach 1975 blieb die Rate etwa gleich (1985 51%)
[GRÖHN et al., 1990b] (Finnland)	(Studie über 61.124 Finnisch-Ayrshire Kühe (41.989 davon pluripar), Tierarzt-daten wurden ausgewertet, je nur jedes 1. Auftreten einer Krankheit pro Laktation) hohe Einzeltierleistungen der vorangegangenen Laktation erhöhten das Risiko für Stillbrünstigkeit (4.740 kg Odds Ratio=1,0, 4.740-5.899 kg Odds Ratio=1,4, 5.900-7.059 kg Odds Ratio=1,6, $\geq 7.060$ kg Odds Ratio=3,2)

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[HARRISON et al., 1990] (USA)	<p>(2 Gruppen à 10 Holsteins wurden aus einem Genselektions-Projekt gebildet, bei dem 20 Jahre mit Durchschnitts- bzw. Hochleistungsvatertieren gezüchtet wurde – 305 Tage Leistung 6.912 kg(D) bzw. 10.814 kg(H))</p> <p>die Zeit von der Geburt bis zum 1. sichtbaren Östrus war signifikant (<math>p &lt; 0,01</math>) verschieden zwischen beiden Gruppen ((D)=<math>43 \pm 4</math> Tage und (H)=<math>66 \pm 4</math> Tage) - bei der (D)-Gruppe war spätestens bei der 2. Ovulation der Östrus sichtbar, bei der (H)-Gruppe waren es bis dahin nur 50% der Östren (<math>p &lt; 0,05</math>), wobei 4 Kühe der (H)-Gruppe bis zum 75 Tag post partum (Maximalwert für diese Variable) gar keinen sichtbaren Östrus hatten, weshalb die Dauer <math>66 \pm 4</math> Tage den tatsächlichen Wert noch unterschätzt</p> <p>die Gützeit war signifikant (<math>p &lt; 0,01</math>) verschieden zwischen beiden Gruppen ((D)=<math>74 \pm 13</math> Tage und (H)=<math>217 \pm 43</math> Tage)</p>
[SHORT et al., 1990] (USA)	<p>(Daten von 299.441 Holsteins von 2.489 Vatertieren wurden ausgewertet)</p> <p>die genetische und phänotypische Korrelation der Zwischenkalbezeit und der 305 Tage Milchleistung einer Kuh waren antagonistisch – die erwartete genetische Korrelation betrug hierbei: 1 Tag längere Zwischenkalbezeit pro 100 kg genetische Erhöhung der Milchleistung</p>
[HAGEMAN et al., 1991] (USA)	<p>(24 Jahre - über 8 Generationen - wurden Zuchtlinien hohen genetischen Potentials für Milchleistung geschaffen, verglichen mit mittleren Zuchtlinien, Unterschied in der Laktation 804 kg (1. Laktation) und 772 kg in der 2. Laktation))</p> <p>ein Anstieg der 305 Tage Milchleistung um 1.000 kg bedeutete einen Anstieg der Zwischenkalbezeit um circa 7 Tage bei Erstgebärenden und um etwa 13 Tage bei Zweitgebärenden - auch die Gützeiten waren entsprechend länger</p> <p>andere Unterschiede bei den Fruchtbarkeitsparametern waren klein bzw. nicht signifikant</p>
[LYONS et al., 1991] (USA)	<p>(9.187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren)</p> <p>die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und dem Besamungsindex betrug 0,16</p> <p>die phänotypische Korrelation ergab 0,19</p>
[BARKEMA et al., 1994] (Niederlande)	<p>(13 Herden um Utrecht mit Herdengröße = <math>64 \pm 16</math> und 305 Tage Milchleistung = <math>8.611 \pm 1.395</math> kg)</p> <p>eine höhere 100 Tage Milchleistung in der vorherigen Laktation war assoziiert mit einer längeren Gützeit (<math>p = 0,030</math>)</p>
[EICKER et al., 1996] (USA)	<p>(13.307 Holsteins aus 26 Herden – kumulative 60 Tage Milchleistung wurde in Quintile von <math>\leq 1.582</math> kg (I) bis <math>&gt; 2.541</math> kg (V) eingeteilt)</p> <p>die Gützeit stieg leicht hin zum letzten Quantil I=100, II=101, III=105, IV=106, V=112 Tage</p>

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[KELM et al., 1997] (USA)	(875 Datensätze aus 2 Zuchtlinien über 18 Jahre wurden ausgewertet, (Vatertiere mit hohem bzw. mittlerem genetischen Potential für Milchleistung)) die Günstzeit der 1. Laktation war signifikant ( $p < 0,05$ ) länger bei den Tieren der Hochleistungslinie (8.180 kg Milch) als bei den Tieren der Zuchtlinie mit durchschnittlicher Milchleistung (7.024 kg Milch), durchschnittlich $13 \pm 6,4$ Tage
[KINSEL und ETHERINGTON, 1998] (Kanada)	(10.742 Laktationen in 45 Herden) ein Anstieg der Spitzenmilchleistung von 0,5 kg war assoziiert mit einer längeren Günstzeit von 0,2 Tagen (durchschnittlichen Günstzeit 126,3 Tage) ein Anstieg der Spitzenmilchleistung von 5 kg war assoziiert mit einem geringen, aber signifikanten Abfall der Konzeptionsrate (0,7%) ein Anstieg der Spitzenmilchleistung war assoziiert mit einer geringen, aber signifikanten Verkürzung der Tage von der Abkalbung bis zum ersten Östrus
[BUCKLEY et al., 2000] (Holland, Irland)	(2 Gruppen von Holsteins: Kühe mit hohem genetischen Potential für Milchleistung und solche mit mittlerem Potential, $\bar{X}$ 28,2 kg gegen 25,0 kg Milch pro Kuh und Tag) die Trächtigkeitsrate (bis zum Ende der Zuchtsaison) unterschied sich signifikant ( $p < 0,05$ ) zwischen beiden Gruppen (0,80 versus $0,93 \pm 0,057$ )
[CASTILLO-JUAREZ et al., 2000] (USA)	(248.230 erstlaktierende Holstein-Kühe von 588 Vatertieren aus 3.042 Herden wurden betrachtet, $9.916 \pm 1.944$ kg Laktationsleistung) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und der Erstbesamungskonzeptionsrate war negativ ( $-0,413 \pm 0,029$ ) die phänotypische Korrelation war ebenfalls negativ ( $-0,173$ )
[SNIJDERS et al., 2001] (Irland, UK)	(2 Gruppen von Tieren: 94 Kühe mit hohem genetischen Potential für Milchleistung = HGM (prognostizierte Differenz $475 \pm 76$ kg) und 96 Kühe mit mittlerem Potential = MGM (prognostizierte Differenz $140 \pm 68$ kg)) der Besamungsindex unterschied sich signifikant zwischen den Gruppen (HGM 2,67 versus MGM 1,91, $p < 0,05$ ) bei Einschluss aller Tiere (auch der nicht tragend gewordene)
[VEERKAMP et al., 2001] (Niederlande)	(Daten von 177.220 erstlaktierenden Kühen) die phänotypische Korrelation zwischen der Milchleistung und verschiedenen Fruchtbarkeitsparametern war niedrig bis mäßig ( $-0,15$ bis $0,20$ ) die genetische Korrelation war stets unvorteilhaft ( $0,37$ bis $0,74$ )

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[BERRY et al., 2003] (Holland, Irland)	(8.591 pluripare Holstein-Friesian-Kühe aus 74 Herden wurden betrachtet) die kumulative Milchleistung bis zum 240. Laktationstag war positiv korreliert mit der Länge der Verzögerungszeit ( $0,31 \pm 0,21$ ), positiv korreliert mit dem Besamungsindex ( $0,46 \pm 0,18$ ) und negativ korreliert mit der Trächtigkeitsrate bis zum 63. Laktationstag ( $-0,22 \pm 0,14$ )
[HULTGREN et al., 2004] (Schweden)	(2.368 Kühe aus 102 Herden) Kühe, die bei der ersten Besamung trächtig wurden, gaben im Schnitt 660 kg weniger Milch (305 Tage Leistung, $p < 0,001$ ) als Kühe die bei der 2. oder späteren Besamungen tragend wurden die 305-Tage-Milchleistung war durchschnittlich 229 kg höher für jede 10%-Zunahme des Zwischenkalbeintervalls ( $p < 0,001$ ) Kühe mit dokumentiertem Anöstrus gaben 384 kg mehr Milch (305 Tage Leistung, $p = 0,05$ ) als ihre Herdenkolleginnen

In Tabelle 14 finden sich verschiedene Literaturangaben, welche fehlende und zum Teil auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und verschiedenen Fruchtbarkeitskennzahlen beschreiben.

Tabelle 14: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[GAINES, 1927] (USA)	(Daten aus 4.671 Laktationen wurden verglichen – die Kühe gaben im Schnitt 535,5 kg Milch im ersten vollen Kalendermonat) die durchschnittliche Gützeit betrug 174 Tage und unterschied sich nicht signifikant zwischen den verschiedenen Milchleistungsgruppen der Anteil der nicht trächtigen Tiere änderte sich nicht mit den Milchleistungsklassen, außer in den Gruppen mit den höchsten Leistungen – jedoch war die Anzahl dieser Laktationen an der Gesamtzahl der Laktationen die ausgewertet wurden zu gering um eine wirkliche Aussagekraft zu haben

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[BOYD et al., 1954] (USA)	<p>(29 Herden, 519 Tiere, durchschnittliche Milchleistung 2.260 kg pro erste 120 Tage der Laktation)</p> <p>der Besamungsindex (<math>1,68 \pm 0,74</math>) unterschied sich nicht signifikant zwischen den Milchleistungsklassen (von &lt;1.250 kg - für die ersten 120 Tage der Laktation - in 500 kg Schritten zu &gt;3.750 kg)</p> <p>die Korrelation zwischen Milchleistung und Besamungsindex in ein und der selben Herde war im Durchschnitt -0,001 und schwankte zwischen -0,52 und 0,79, so dass davon auszugehen ist, dass der Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der Fruchtbarkeit nahe Null liegt</p> <p>die Korrelation zwischen Milchleistung und Besamungsindex über alle untersuchten Herden betrachtet war -0,04 – dass würde eine geschätzte Abnahme von 0,03 Besamungen pro 500 kg höherer Milchleistung bedeuten, was kein signifikanter Wert ist</p>
[MATSOUKAS und FAIRCHILD, 1975] (USA)	<p>(1.645 betrachtete Laktationen, Jerseys und Holsteins)</p> <p>die Regressionskoeffizienten zwischen der Fruchtbarkeitsleistung und der Milchleistung waren durchweg positiv, mit Ausnahme der Besamungsversuche in Relation zur Milchleistung bei den Holsteins –keiner der berechneten Koeffizienten war statistisch signifikant, die untersuchten antagonistischen Beziehungen waren folglich gering</p>
[SLAMA et al., 1976] (USA)	<p>(696 Zwischenkalbezeiten von 370 Ayshire-Kühen, Holsteins, Jerseys und Guernseys)</p> <p>die Spitzenmilchleistungen (18,7 kg bis 29,4 kg) hatte keinen signifikanten Effekt auf die durchschnittliche Zwischenkalbezeit (396,1 Tage bis 414,1 Tage)</p>
[SHANKS et al., 1978] Daten wurden zusammengefasst nach 388 Geburten von 177 Kühen (1968-1974) (USA)	<p>(43 Paare unbelegter Färsen wurden ausgewählt, eine Färsen jeden Paares wurde nach hoher potentieller Milchleistung (HL) ausgewählt, die andere nach niedriger Leistung (LL) (0-Generation) – die Tiere wurden nun zufällig belegt mit Samen von 7 Hochleistungsvatertieren und solchen mit durchschnittlicher Milchleistung (7), die Milchleistung war signifikant (<math>p &lt; 0,001</math>) verschieden zwischen der HL- und LL-Gruppe, sowohl in der Eltern-, als auch in der Nachkommengeneration)</p> <p>die Konzeptionsrate der Elterntiere war nahezu gleich in beiden Gruppen (<math>85 \pm 3,41\%</math> (HL in 112 Laktationen), <math>87 \pm 2,95\%</math> (LL in 131 Laktationen))</p> <p>die Konzeptionsrate der Nachkommen war nicht signifikant verschieden in beiden Gruppen (<math>93 \pm 3,65\%</math> (HL-Vatertiere in 54 Laktationen), <math>85 \pm 5,15\%</math> (LL-Vatertiere in 48 Laktationen))</p>

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[OLDS et al., 1979] (USA)	<p>(17.512 Datensätze von Holsteins aus 181 Herden (1960-1967))</p> <p>die Korrelationskoeffizienten zwischen der 305 Tage Milchleistung und der Gützeit bzw. der Anzahl Besamungen pro Konzeption waren beide signifikant, aber die Teilkorrelationskoeffizienten zeigen deutlich, dass die Gützeit die 305 Tage Milchleistung beeinflusst und nicht die Milchleistung die Gützeit und die Besamungshäufigkeit – der Regressionskoeffizient ergibt, dass jeder zusätzliche Tag der Gützeit 4,5 kg <math>\pm</math> 0,15 höhere 305 Tage Milchleistung bedeutet</p> <p>(26.805 Daten von Holsteins aus 2.149 Herden (1974))</p> <p>pro Anstieg um 100 kg der 120 Tage Laktationsleistung ergab sich ein Anstieg von 0,014<math>\pm</math>0,001 Besamungen pro Befruchtungserfolg – kein signifikantes Ergebnis</p>
[FONSECA et al., 1983] (USA)	<p>(305 Tage Milchleistung 8.260<math>\pm</math>1.426 kg im Durchschnitt bei 96 Holsteins und 5.766<math>\pm</math>1.016 kg bei 114 Jerseys)</p> <p>die 70 Tage-Milchleistung beeinflusste die Konzeptionsrate der Holsteins nur marginal (<math>p &lt; 0,1</math>) – Kühe mit 70 Tage-Milchleistungen zwischen 1.400 und 2.600 kg hatten die selben Konzeptionsraten, erst <math>&lt; 1.400</math>kg stieg diese Rate (<math>p = 0,09</math>) bzw. <math>&gt; 2.600</math> kg sank diese Rate (<math>p = 0,09</math>)</p> <p>eine signifikante negative lineare Verbindung zwischen der Anzahl der Tage post partum bis zur 1. Ovulation und der steigenden 305 Tage-Milchleistung wurde bei den Jerseys gefunden – Kühe mit höheren Leistungen ovulierten früher</p> <p>die Brunstnutzungsrate war am höchsten in der Gruppe kurz über dem Leistungsdurchschnitt, sie unterschied sich nicht signifikant zwischen den Quartilen mit den höchsten und den niedrigsten Leistungen</p>
[STEVENSON et al., 1983] (USA)	<p>(307 Tiere über 3 Jahre)</p> <p>die Rastzeit war kürzer (<math>p &lt; 0,05</math>) bei Kühen mit höherer Milchleistung als der Durchschnittstagesleistung (22,1<math>\pm</math>5,3 kg), ein Anstieg um 1 kg Milch bedeutete dabei eine Verkürzung der Rastzeit um 1,1 Tage (<math>p &lt; 0,001</math>)</p> <p>eine Tendenz (<math>p &lt; 0,10</math>) einer geringeren Konzeptionsrate war zu erkennen, bei Kühen mit Milchleistungen über dem Durchschnitt, das gleiche war aber auch bei Kühen mit Leistungen unter dem Durchschnitt zu beobachten</p> <p>die Gützeit hatte die Tendenz (<math>p &lt; 0,9</math>) kürzer zu sein bei Kühen mit den höchsten Milchleistungen</p>
[HILLERS et al., 1984] (USA)	<p>(1.829 Tiere aus 4 gewerblichen Herden)</p> <p>es gab keine signifikanten Unterschiede in der Konzeptionsrate zwischen den Kühen mit verschiedenen Laktationsmilchleistungen</p> <p>auch bei der Betrachtung der Durchschnittstagesmilchleistungen konnten keine signifikanten Zusammenhänge gefunden werden</p>

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[RAHEJA et al., 1989] (Kanada)	(97.368 Töchter von 3.806 Vatertieren (Holsteins) wurden betrachtet) die meisten phänotypischen und genetischen Korrelationen zwischen der Milchleistung und der Fruchtbarkeit waren positiv, aber nicht verschieden von 0, es gab keine Hinweise auf eine antagonistische Beziehung zwischen der Milchleistung und der Fruchtbarkeit
[HARRISON et al., 1990] (USA)	(2 Gruppen à 10 Holsteins wurden aus einem Genselektions-Projekt gebildet, bei dem 20 Jahre mit Durchschnitts- bzw. Hochleistungsvatertieren gezüchtet wurde – 305 Tage Leistung 6.912 kg(D) bzw. 10.814 kg(H)) die Zeit von der Geburt bis zum 1. Östrus unterschied sich nicht zwischen den Gruppen ((D)=29±3 Tage und (H)=31±4 Tage)
[Mc-CULLOUGH, 1993] (USA)	(zusammenfassende Statistik aller Holsteins in Wisconsin - nach Daten des Dairy Herd Improvement) die durchschnittliche Gützeit sank von 148 Tagen bei Herden mit 5.910 kg Laktationsleistung auf 125 Tage bei Herden mit durchschnittlich 10.455 kg Milchleistung und stieg erst wieder bei Herdenleistungen >10.455 kg leicht auf 129 Tage an
[MARTI und FUNK, 1994] (USA)	(611.680 Datensätze von 348.243 Kühen in 5.694 Herden – 4 Leistungsgruppen PG1 <7.818 kg 305 Tage Milchleistung bis PG4>8.955 kg) die längsten Gützeiten hatte die PG1-Gruppe, aber die Unterschiede zwischen den Gruppen über alle Herden waren sehr gering (PG1=117,8 Tage PG4=115,1 Tage) verglich man jedoch die Gützeiten der verschiedenen Leistungsgruppen in einer Herde zeichnete sich eine antagonistische Beziehung zwischen der Milchleistung und der Gützeit ab, dieser Effekt war stärker in Herden mit niedrigeren Herdendurchschnittsleistungen - Herdenmanagement?
[BUCKLEY et al., 2000] (Holland, Irland)	(2 Gruppen von Holsteins: Kühe mit hohem genetischen Potential für Milchleistung und solche mit mittlerem Potential, Ø 28,2 kg gegen 25,0 kg Milch pro Kuh und Tag) die durchschnittliche Rastzeit unterschied sich nicht zwischen beiden Gruppen (70 vs. 69 Tagen ± 3 Tage) die Konzeptionsrate (1. und 2. Belegung) unterschied sich nicht signifikant (0,63 vs. 0,75) die Anzahl nötiger Besamungen pro Trächtigkeit unterschied sich nicht signifikant (2,05 vs. 1,93)

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[AEBERHARD et al., 2001] (Schweiz)	<p>(29 Paare von Hochleistungskühen (&gt;45 kg Spitzenmilchleistung und korrespondierenden – den Herdendurchschnitt der selben Herde repräsentierenden (<math>\pm 10\%</math>) – Durchschnittsleistungskühen aus 29 schweizer Betrieben; Laktationsleistung <math>10.882 \pm 323</math> kg gegen <math>8.232 \pm 269</math> kg)</p> <p>keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Zwischentragezeit zwischen den beiden Gruppen (125 und 115 Tage)</p> <p>der erste sichtbare Östrus trat in der Hochleistungs- und Durchschnittsleistungsgruppe annähernd zur gleichen Zeit ein (<math>46 \pm 3</math> und <math>47 \pm 5</math> Tage p. p.)</p> <p>keine signifikanten Unterschiede im Besamungsindex zwischen den beiden Gruppen (2,7 und 2,4)</p>
[SNIJDERS et al., 2001] (Irland, UK)	<p>(2 Gruppen von Tieren: 94 Kühe mit hohem genetischen Potential für Milchleistung = HGM (prognostizierte Differenz <math>475 \pm 76</math> kg) und 96 Kühe mit mittlerem Potential = MGM (prognostizierte Differenz <math>140 \pm 68</math> kg))</p> <p>die 120 Tage Milchleistung von Kühen, die bei der 1. Besamung trächtig geworden sind und jenen, die nicht tragend wurden, war nicht signifikant verschieden in beiden Gruppen, 8 von 10 Kühen der HGM-Gruppe und 7 von 12 Kühen der MGM-Gruppe ovulierten 7 bis 40 Tage post partum</p> <p>die Rastzeit unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen (HGM <math>72,4 \pm 2,49</math> Tage, MGM <math>70,3 \pm 2,46</math> Tage)</p>
[BERRY et al., 2003] (Holland, Irland)	<p>(8.591 pluripare Holstein-Friesian-Kühe aus 78 Herden wurden betrachtet)</p> <p>die phänotypischen Korrelationen zwischen der Milchleistung und den verschiedenen Fruchtbarkeitsparametern waren alle niedrig (<math>-0,12</math> bis <math>0,09</math>)</p>
[CHEBEL et al., 2003] (USA)	<p>(7.633 künstliche Besamungen bei 3.161 Hochleistungsmilchkühen (durchschnittliche Tagesleistung <math>39,3</math> kg) wurden ausgewertet)</p> <p>die tägliche Milchleistung der Kühe war nicht signifikant mit Änderungen der Konzeptionsrate assoziiert (<math>p=0,39</math>)</p>
[KAWASHIMA et al., 2007] (Japan)	<p>(46 Holsteins)</p> <p>die 305 Tage Milchleistung von den Kühen, die bis zur 3. Woche post partum ovuliert hatten (<math>n=22</math>, <math>10.079 \pm 223</math> kg) unterschied sich nicht signifikant von der Leistung der Kühe ohne Ovulation bis zu diesem Zeitpunkt (<math>n=24</math>, <math>10.277 \pm 286</math> kg), auch die Spitzenmilchleistung in beiden Gruppen war nahezu gleich (<math>44,1 \pm 1,1</math> kg vs. <math>44,9 \pm 1,4</math> kg)</p>
[PATTON et al., 2007] (Irland)	<p>(<math>n=96</math>, Holsteins)</p> <p>das Milchleistungsniveau und die Spitzenmilchleistung waren nicht assoziiert mit der Erstbesamungsrate</p> <p>keine der gemessenen Milchleistungsvariablen war assoziiert mit der Gützeit</p>

### 2.3.3. Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter
[PEDERNERA et al., 2008] (Australien)	<p>(2 Gruppen von australischen Holsteins: niedriger leistende Kühe (circa 6.000 l Milch pro Laktation (Rp) → restriktive Fütterung) und höher leistende Tiere (rund 9.000 l pro Laktation (Hp)) beide Gruppen hatten in der vorherigen Laktation annähernd die gleichen Leistungen (knapp 6000l))</p> <p>die Trächtigkeitsrate unterschied sich nicht signifikant (49% (Hp) zu 53% (Rp), <math>P &gt; 0,05</math>) zwischen den Gruppen</p> <p>die Rastzeit war nicht signifikant (<math>p = 0,751</math>) verschieden zwischen den Gruppen (Rp: <math>88 \pm 27</math> d, Hp: <math>83 \pm 29</math> d)</p> <p>die Gützeit war nicht signifikant (<math>p = 0,675</math>) verschieden zwischen den Gruppen (Rp: <math>117 \pm 45</math> d, Hp: <math>111 \pm 54</math> d)</p>

In Tabelle 15 sind Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und verschiedener Fruchtbarkeitsparameter einiger Autoren aufgelistet.

Tabelle 15: Heritabilitäten von Milchleistung und verschiedenen Fruchtbarkeitsparametern einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Fruchtbarkeit	Milchleistung
[RAHEJA et al., 1989] (Kanada)	0,03 – 0,06	0,180
[BERGER et al., 1981] (USA)	0,03 ± 0,01 (Gützeit)	0,18 ± 0,02
[SEYKORA und McDANIEL, 1983] (USA)	0,05 ± 0,02 (Gützeit)	0,26 ± 0,05
[SHORT et al., 1990] (USA)	0,033 ± 0,017 (Zwischenkalbezeit)	
[LYONS et al., 1991] (USA)	0,07 (±0,04)	
[MARTI und FUNK, 1994] (USA)	0,045 ± 0,004 (Gützeit)	0,28 ± 0,02
[CASTILLO-JUAREZ et al., 2000] (USA)	0,015 (Erstbesamungsrate)	0,221
[VEERKAMP et al., 2001] (Niederlande)	0,034 (Besamungsindex)	0,480
[BERRY et al., 2003] (Holland, Irland)	0,01 ± 0,001 (Erstbesamungsrate)	0,28 ± 0,04

Heritabilitäten für Fruchtbarkeitsparameter werden von den betrachteten Autoren generell als niedrig eingestuft.

#### 2.3.3.4. *Metritiden*

Kühe mit niedrigerer Milchleistung hatten häufiger Endometritiden [VOGEL, 2003]. In ihrem Review kommen INGVARTSEN et al. (2003) zu dem Schluss, dass eine Steigerung der Metritisinzidenz durch steigende Milchleistung unwahrscheinlich ist. GRÖHN et al. (1990b) kommen zu gegenteiligen Ergebnissen.

Durchschnittlich traten akute Metritiden ( $\leq 20$ d post partum) am 11. Tag der Laktation auf, wobei 10% der Fälle innerhalb von 5 Tagen post partum auftraten. 90% der Fälle wurden bis zum 17. Tag sichtbar. Chronische Endometritiden ( $> 20$ d post partum) traten im Schnitt am 39. Tag der Laktation auf, wobei 10% der Fälle innerhalb von 22 Tagen post partum auftraten. 90% der Fälle wurden bis zum 138. Tag sichtbar [HEUER et al., 1999].

Mit 23,6% war die Laktationsinzidenz für Metritiden die höchste von allen betrachteten Krankheitskomplexen in ihrer Studie [FLEISCHER et al., 2001]. Als einziger Krankheitskomplex dieser Studie war die Inzidenz bei Erstkalbinnen höher (26,4%) als die der pluriparen Kühe (22,2%). Durchschnittlich wurde eine Metritis 24 Tage post partum diagnostiziert. Ein signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,05$ ) zwischen dem Auftreten von Metritiden und der Parität einer Kuh wurde ebenfalls gefunden.

In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für frühe Metritiden (diagnostiziert  $\leq 42$  Tage post partum) von 2,2% bei erstlaktierenden Kühen und 2,2% bei pluriparen Tieren berechnet. Die Inzidenzrate für späte Metritiden (diagnostiziert  $> 42$  Tage post partum) lag bei allen Kühen bei 1,1%. 16 Tage lagen dabei durchschnittlich zwischen der Geburt und der Diagnose einer frühen Metritis und durchschnittlich 104 Tage bis zur Diagnose einer späten Metritis [GRÖHN et al., 1989]. Mehr als 85% der Fälle von Metritiden traten innerhalb von 30 Tagen post partum auf [APPUHAMY et al., 2007].

GRÖHN et al. (1990b) fanden einer jahreszeitliche Abhängigkeit der Inzidenz für Metritiden. Eine signifikante jahreszeitliche Abhängigkeit konnten auch MARTINEZ und THIBIER (1984) feststellen. Ebenfalls stellten sie einen signifikanten Zusammenhang zwischen Metritiden und der Zugehörigkeit zu verschiedenen Herden fest. Einen Zusammenhang mit der Parität einer Kuh konnten sie nicht finden.

Kühe mit Nachgeburtshaltungen bekamen 5,8 mal häufiger eine Metritis als Kühe ohne Nachgeburtshaltungen. Auch Schweregeburten wirkten sich unvorteilhaft auf das Auftreten von Metritiden aus (Odds Ratio 3,0) [ERB et al., 1985]. HEUER et al. (1999) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Ein BCS  $\leq 2,0$  schien ebenfalls einen negativen Einfluss ( $p < 0,1$ ; Odds

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Ratio 1,9) auf das Metritisrisiko zu haben.

In Tabelle 16 finden sich verschiedene Literaturangaben über einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Risiko an Metritiden zu erkranken, deren Resultate antagonistische Beziehungen darstellen.

Tabelle 16: Literaturangaben über negative Einflüsse von Milchleistung auf Metritiden

Quelle	Einfluss Metritiden
[GRÖHN et al., 1990b] (Finnland)	(Studie über 61.124 Finnisch-Ayrshire Kühe (41.989 davon pluripar), Tierarzt-daten wurden ausgewertet, je nur jedes 1. Auftreten einer Krankheit pro Laktation)  hohe Herdenmilchleistung der vorangegangenen Laktation erhöhte das Risiko für frühe Metritiden (<42 Tage p. p. diagnostiziert) und späte Metritiden (<4.870 kg Odds Ratio=1,0 und 1,0, 4.870-6.149 kg Odds Ratio=1,7 und 0,9, ≥6.150 kg Odds Ratio=2,7 und 1,6);  hohe Einzeltierleistungen in der vorangegangenen Laktation erhöhten das Risiko früher Metritiden (<42 Tage p. p. diagnostiziert) (<4.740 kg Odds Ratio=1,0, 4.740-5.899 kg Odds Ratio=1,1, 5.900-7.059 kg Odds Ratio=1,2, ≥7.060 kg Odds Ratio=1,5)

In Tabelle 17 finden sich verschiedene Literaturangaben, welche fehlende und teilweise auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und Metritiden beschreiben.

Tabelle 17: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf Metritiden

Quelle	Einfluss Metritiden
[DOHOO und MARTIN, 1984] (Kanada)	(751 Laktationen pluriparer Kühe aus 32 Holsteinherden wurden ausgewertet)  Metritiden – weder frühe, noch späte – waren signifikant assoziiert mit der Milchleistung der vorangegangenen Laktation
[MARTINEZ und THIBIER, 1984] (Frankreich)	(2 Herden mit je 130 bzw. 213 Kalbinnen innerhalb eines Jahres (305 Tage Leistung 5.000 kg und 5.800 kg))  Milchleistung hatte einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Metritiden – dieser Einfluss war in der 1. Herde positiv, in der 2. Herde jedoch negativ, was zusammen betrachtet keinen Zusammenhang zwischen Milchleistung und Metritiden vermuten lässt
[ERB et al., 1985] (USA)	(2.066 Laktationen von 1.785 pluriparen Holsteins, durchschnittliche Laktationsleistung über 8.000 kg pro Tier)  Milchleistung war kein Risikofaktor für Metritiden

### 2.3.3.Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss Metritiden
[LYONS et al., 1991] (USA)	(9.187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und Infektionen des Uterus war -0,17, die phänotypische Korrelation betrug 0,02
[GRÖHN et al., 1995] (USA)	(7.255 pluripare Holsteins aus 25 Herden) Milchleistung hatte keinen Effekt auf das Metritisrisiko ( $P > 0,05$ ), weder bei der absoluten Milchleistung (von $\leq 8.595$ kg bis $> 11.786$ kg pro Laktation), noch bei der Milchleistungsabweichung vom Herdendurchschnitt (von $\leq 1.426$ kg unter dem Herdenschnitt bis $> 1.431$ kg darüber)
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	(4.368 Datensätze erstlaktierender Holsteins von 439 Vatertieren wurden bewertet, 305-Tage Milchleistung: $8.519 \pm 1.452$ kg) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Metritiden betrug 0,02, die phänotypische Korrelation wurde mit -0,04 angegeben
[HEUER et al., 1999] (Niederlande)	(1.335 Laktationen in 16 gewerblichen Herden) die Einsatzleistung war 1,3 kg/Tag niedriger als die Durchschnittseinsatzleistung ( $29,3 \pm 7,5$ kg) bei Kühen die eine Endometritis ( $\leq 20$ Tage p. p.) bekamen (159 Kühe)
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland)	(Daten von 1.074 Holstein-Kühen wurden betrachtet) kein Zusammenhang ( $p > 0,05$ ) zwischen Metritis und 305-Tage Milchleistung der vorangegangenen Laktation (1.209 Laktationen, hier aber $p \leq 0,1$ ) und der aktuellen Laktation (1.803 Laktationen) wurde gefunden: eine Kuh mit einer Milchleistung von 12.000 kg pro Laktation hatte eine 1,5-fach erhöhte erwartete Wahrscheinlichkeit (EPA) an einer Metritis zu erkranken, wie eine Kuh mit einer Jahresmilchleistung mit 6.000 kg, ein nicht signifikanter Wert weiterhin wurde berechnet, dass eine um 695 kg höhere Jahresmilchleistung einem Anstieg der Inzidenz einer Metritis von 1% entspräche, ebenfalls kein signifikanter Wert
[INGVARTSEN et al., 2003] (Review) (Dänemark)	(11 epidemiologische und 14 genetische Studien über den Zusammenhang von Milchleistung und Gesundheit) die meisten epidemiologischen Studien fanden keine Verbindung zwischen der Milchleistung und Metritiden, Ergebnisse genetischer Studien hierzu waren niedrig und inkonstant, weshalb ein Zusammenhang unwahrscheinlich scheint

### 2.3.3. Fruchtbarkeit

Quelle	Einfluss Metritiden
[APPUHAMY et al., 2007] (USA)	(911 Laktationen von Holsteins aus experimentellen Herden in den USA wurden betrachtet getrennt für erste Laktationen=FL und spätere Laktationen=LL, 305 Tage Milchleistungen im Durchschnitt FL=10.257 kg, LL=11.889 kg) das Auftreten von Metritiden und die Spitzenmilchleistung einer Kuh (FL=37,2 kg, LL=47,2 kg) waren nicht signifikant mit einander assoziiert (FL: Spitzenmilchleistung 33,3 kg ohne Auftreten von Metritiden, 32,6 kg Metritis in der Laktation, p=0,571; LL: Spitzenmilchleistung 38,2 kg ohne Auftreten von Metritiden, 39,3 kg Metritis in der Laktation, p=0,404)

In Tabelle 18 sind exemplarisch einige Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und Metritiden verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 18: Heritabilitäten von Milchleistung und Metritiden einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Metritiden	Milchleistung
[RAHEJA et al., 1989] (Kanada)		0,18 – 0,19
[LYONS et al., 1991] (USA)	0,06 ( $\pm 0,04$ )	
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	0,02	
[HOOIJER et al., 2001] (Niederlande)		0,38 ( $\pm 0,04$ )
[ZWALD et al., 2004] (USA)	0,06 ( $\pm 0,01$ )	0,17 ( $\pm 0,03$ )
[ABDEL-AZIM et al., 2005] (USA)	0,141 ( $\pm 0,0743$ )	
[APPUHAMY et al., 2009] (USA)	0,1	

### 2.3.4. Stoffwechsel

Mehr als 85% der Fälle von Stoffwechselstörungen traten innerhalb von 30 Tagen post partum auf. Die durchschnittliche Inzidenz von Stoffwechselstörungen im Allgemeinen lag dabei bei 12,4% (10,6% bei Erstlaktierenden, 13,5% in späteren Laktationen). Dabei hatte die Milchleistung keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten solcher Erkrankungen (Erstlaktierende: Spitzenmilchleistung 32,9 kg bei Tieren ohne Auftreten von metabolischen Erkrankungen, 30,1 kg bei Tieren mit wenigstens 1 Stoffwechselerkrankung in der Laktation,

$p=0,091$ ; pluripare Kühe: Spitzenmilchleistung 38,6 kg ohne, 37,8 kg mit Stoffwechselerkrankung in der Laktation,  $p=0,753$ ) [APPUHAMY et al., 2007].

Die meisten metabolischen Krankheiten bei Milchkühen, wie Ketose, Milchfieber, Labmagenverlagerung treten in den ersten 2 Wochen der Laktation auf. GOFF und HORST (1997) begründen dies mit einer steigenden Immunsuppression bei steigendem Energiedefizit (negative Energiebilanz post partum).

Die insbesondere in der Phase der Hochlaktation bestehende negative Energiebilanz muss zwangsläufig durch jede weitere Leistungssteigerung verstärkt werden, was zu einer weiteren Steigerung in der Anfälligkeit gegenüber Stoffwechselerkrankungen führen muss [BREVES und RODEHUTSCORD, 2000].

HARDER et al. (2006) berechneten Heritabilitäten in verschiedenen Modellen für verschiedene Erkrankungen des Stoffwechsels mit 0,08 ( $\pm 0,02$ ) bis 0,12 ( $\pm 0,03$ ).

#### 2.3.4.1. Gebärparese

Durchschnittlich traten Gebärparesen am Tag der Geburt auf. 90% der Fälle wurden bis zum 1. Tag post partum sichtbar [GRÖHN et al., 1989; HEUER et al., 1999]. Ältere Kühe hatten ein erhöhtes Risiko an einer Gebärparese zu erkranken [CURTIS et al., 1985]. HERINGSTAD et al. (2005) errechneten Inzidenzen für Gebärparesen von 0,1% für erstlaktierende Kühe, 1,9% für zweitlaktierende Kühe und 7,9% für drittlaktierende Kühe. In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für Gebärparesen von 4,0% bei erstlaktierenden Kühen und 5,3% bei pluriparen Tieren berechnet [GRÖHN et al., 1989].

Peripartale Erkrankungen bilden einen Komplex. Kühe die an Gebärparese litten, hatten steigende Risiken für Schweregeburten, Nachgeburtsverhaltungen, komplizierte Ketosen und Mastitiden (Odds Ratio: 7,2; 4,0; 23,6; 5,4) [CURTIS et al., 1985]. INGVAARTSEN et al. (2003) sprechen in ihrem Review von widersprüchlichen Studien und Ergebnissen über den Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Risiko von Gebärparesen. Wo phänotypische Korrelationen generell niedrig bewertet wurden, schwankten die Ergebnisse über genetische Korrelationen von vorteilhaft (-0,67) bis unvorteilhaft (0,33).

Die Inzidenz für Gebärparesen lag bei 4,7% (94 Fälle) in einer Feldstudie [CURTIS et al., 1984]. Dabei stieg die Inzidenz mit der Parität der betrachteten Kühe an. Stieg das geschätzte genetische Potential für Milchleistung, so stieg auch das Risiko für Gebärparesen ( $105 \pm 25$  kg für parentische Kühe gegen  $75 \pm 5$  kg für nicht parentische Tiere). So waren das Milch-

### 2.3.4. Stoffwechsel

leistungspotential und die Parität die 2 stärksten Variablen mit einem Einfluss auf das Risiko einer Kuh an einer Gebärparese zu erkranken. Ältere Kühe sollten daher genauer auf Anzeichen von Gebärparesen betrachtet werden.

6,8% Laktationsinzidenz für Gebärparesen ergab sich über alle Paritäten betrachtet in einer Studie von URIBE et al. (1995). 7,0% war die Laktationsinzidenz für Gebärparesen bei FLEISCHER et al. (2001) (0,5% für Färsen und 10,1% für Kühe ab der 2. Laktation). Durchschnittlich wurde die Gebärparese 1 Tag post partum diagnostiziert. Ein höchst signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,001$ ) zwischen der Parität und dem Auftreten von Gebärparesen wurde außerdem gefunden. Odds Ratios von 1,0; 9,7; 27,4 und 31,3 ergaben sich dabei für die Laktationen 2, 3-4, 5-6 und >6. GRÖHN et al. (1995) berechneten eine Odds Ratio von 3,7 ( $p < 0,05$ ) für Paritäten >2 im Vergleich zu zweitlaktierenden Kühen (Odds Ratio 1,0), an einer Gebärparese zu erkranken.

URIBE et al. (1995) ließen die Ergebnisse seiner Studie vermuten, dass Kühe mit höherem genetischen Potential für Milchleistung/Milchproteingehalt eventuell eine höhere Resistenz gegen das Auftreten von Gebärparesen hätten. Es ergaben sich moderate bis stark negative Zusammenhänge zwischen der Milchleistung/Milchproteingehalt und dem Auftreten von Gebärparesen (-0,21 bis -0,66).

Ein 3,3-fach erhöhtes Risiko an einer Gebärparese zu erkranken, ergab sich für fette Kühe ( $BCS \geq 4$ ,  $p \leq 0,05$ ) [HEUER et al., 1999]. Eine Odds Ratio von 9,7 berechneten GRÖHN et al. (1990b) für eine Kuh mit einer Schweregeburt, an einer Gebärparese zu erkranken.

In Tabelle 19 finden sich verschiedene Literaturangaben über einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Risiko an Gebärparese zu erkranken, deren Resultate antagonistische Beziehungen darstellen.

Tabelle 19: Literaturangaben über negative Einflüsse von Milchleistung auf Gebärparesen

Quelle	Einfluss Gebärparesen
[CURTIS et al., 1984] (USA)	(1.983 Holsteins, 94 Fälle mit Gebärparesen (Inzidenz 4,7%), 1889 Kontrollen, durchschnittliche Milchleistung 8.182±1.545 kg) mit höherem genetischen Potential (ETA) für Milchleistung stieg das Risiko für Gebärparesen (ETA 105±25 kg für paretische Kühe und 75±5 kg für nicht-paretische Kühe)
[DOHOO und MARTIN, 1984] (Kanada)	(751 Laktationen pluriparer Kühe aus 32 Holsteinherden wurden ausgewertet) Milchfieber war signifikant ( $p=0,001$ ) assoziiert mit der Milchleistung der vorangegangenen Laktation

### 2.3.4. Stoffwechsel

Quelle	Einfluss Gebärpaesen
[GRÖHN et al., 1989] (Finnland)	(41.989 Datensätze vorheriger Laktationen pluriparer, finnischer Ayrshire Kühe wurden ausgewertet) Mitglied einer Herde mit hoher Milchleistung zu sein erhöhte die Odds Ratio für Gebärpaesen (<4.870 kg 305 Tage Milchleistung Odds Ratio=1,0 und ≥6.150 kg Odds Ratio=1,6); auch hohe Einzeltierleistungen der vorangegangenen Laktation erhöhten das Risiko (Odds Ratio 1,0 bei <5.900 kg Milchleistung in 305 Tagen, Odds Ratio 1,5 bei ≥7.060 kg)
[LYONS et al., 1991] (USA)	(9.187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und der Inzidenz für Gebärpaesen war 0,33; die phänotypische Korrelation betrug 0,03
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(4.693 Datensätze kanadischer Holsteins aus 82 Herden von 154 Vatertieren wurden ausgewertet) für die umweltbedingte Korrelation zwischen Milchleistung und Gebärpaesen ergab sich ein Wert von 0,15
[HEUER et al., 1999] (Niederlande)	(1.335 Laktationen in 16 gewerblichen Herden) die Einsatzleistung war 1,3 kg/Tag höher als die Durchschnittseinsatzleistung (29,3±7,5 kg) bei Kühen die eine Gebärpaese bekamen (74 Kühe)
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland) <i>(Daten von 1074 Holstein-Kühen wurden betrachtet)</i>	signifikante Zusammenhänge zwischen Gebärpaesen und 305-Tage Milchleistung ( $p < 0,05$ für Leistung in der aktuellen Laktation (1.694 Laktationen) und $p < 0,01$ für Leistung in der vorangegangenen Laktation (1.135 Laktationen)) wurden gefunden eine Kuh mit einer Milchleistung von 12.000 kg pro Laktation hatte eine 3,3-fach erhöhte erwartete Wahrscheinlichkeit (EPA) an einer Gebärpaese zu erkranken, wie eine Kuh mit einer Jahresmilchleistung mit 6.000 kg weiterhin wurde berechnet, dass eine um 650 kg höhere Jahresmilchleistung einem Anstieg der Inzidenz einer Gebärpaese von 1% entspräche

In Tabelle 20 finden sich verschiedene Literaturangaben, welche fehlende, teilweise auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und Gebärpaesen beschreiben.

### 2.3.4. Stoffwechsel

Tabelle 20: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf Gebärpaesen

Quelle	Einfluss Gebärpaesen
[SHANKS et al., 1978] Daten wurden zusammengefasst nach 388 Geburten von 177 Kühen (1968-1974) (USA)	(43 Paare unbelegter Färsen wurden ausgewählt, eine Färsen jeden Paares wurde nach hoher potentieller Milchleistung (HL) ausgewählt, die andere nach niedriger Leistung (LL) (0-Generation) - die Tiere wurden nun zufällig belegt mit Samen von 7 Hochleistungsvatertieren und solchen (ebenfalls 7) mit durchschnittlicher Milchleistung, die Milchleistung war signifikant ( $p < 0,001$ ) verschieden zwischen der HL- und LL-Gruppe, sowohl in der Eltern-, als auch in der Nachkommengeneration) die Anzahl der Gebärpaesen der Elterntiere war nicht signifikant verschieden in beiden Gruppen (5 (HL), 2 (LL), die Fälle von Gebärpaese der Nachkommen war gleich in beiden Gruppen (0 (HL-Vatertiere), 0 (LL-Vatertiere))
[CURTIS et al., 1985] (USA)	(1.374 pluripare Holsteins aus 31 Herden, durchschnittliche Milchleistung $8.519 \pm 1.523$ kg) die Milchleistung der vorangegangenen Laktation hatte keinen entscheidenden Einfluss auf das Auftreten von Gebärpaesen
[ERB et al., 1985] (USA)	(2.066 Laktationen von 1.785 pluriparen Holsteins, durchschnittliche Laktationsleistung über 8.000 kg pro Tier) Gebärpaesen waren nicht direkt mit der vorherigen oder aktuellen Laktationsleistung assoziiert
[BIGRAS-POULIN et al., 1990] (Kanada)	(527 Datensätze zweier aufeinanderfolgender Laktationen aus zufällig ausgewählten Herden wurden ausgewertet) das Risiko für Gebärpaesen war positiv assoziiert mit der Milchproduktion eine Kuh - jedoch nicht signifikant (Odds Ratio 1,0013 für Gebärpaese in Abhängigkeit zur absoluten Milchproduktion in kg)
[GRÖHN et al., 1995] (USA)	(6.723 pluripare Holsteins aus 25 Herden) es gab keinen signifikanten Effekt der Milchleistung auf das Risiko für Gebärpaesen ( $p > 0,05$ ), weder bei der absoluten Milchleistung (von $\leq 8.595$ kg bis $> 11.786$ kg pro Laktation), noch bei der Milchleistungsabweichung vom Herdendurchschnitt (von $\leq 1.426$ kg unter dem Herdendurchschnitt bis $> 1.431$ kg darüber)
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(4.693 Datensätze kanadischer Holsteins von 82 Vatertieren wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Gebärpaesen wurde mit $-0,67$ berechnet

### 2.3.4. Stoffwechsel

Quelle	Einfluss Gebärpausen
[AEBERHARD et al., 2001] (Schweiz)	(29 Paare von Hochleistungskühen (53,1 kg gegen 60,2 kg Spitzenmilchleistung ( $p \leq 0,001$ )) und korrespondierenden – den Herdendurchschnitt der selben Herde repräsentierenden ( $\pm 10\%$ ) Durchschnittsleistungskühen aus 29 schweizer Betrieben - Laktationsleistung $10.882 \pm 323$ kg gegen $8.232 \pm 269$ kg; schweizer Durchschnitt 1994: 5.110 kg pro Kuh und Laktation)  keine signifikanten Unterschiede beim Auftreten von Hypokalzämie zwischen den beiden Gruppen (5 von 29 und 4 von 29 Tieren)
[INGVARTSEN et al., 2003] (Review) (Dänemark)	(11 epidemiologische und 14 genetische Studien über den Zusammenhang von Milchleistung und Tiergesundheit)  epidemiologische Studien kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen bezüglich des Zusammenhangs von Milchleistung und der Inzidenz von Gebärpausen,  genetische Studien kamen ebenfalls zu unterschiedlichen Ergebnissen, die von vorteilhafter ( $-0,67$ ) bis zu unvorteilhafter ( $0,33$ ) Korrelation reichten

In Tabelle 21 sind Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und Gebärpausen verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 21: Heritabilitäten von Milchleistung und Gebärpausen einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Gebärpausen	Milchleistung
[RAHEJA et al., 1989] (Kanada)		0,18 – 0,19
[LYONS et al., 1991] (USA)	0,40 ( $\pm 0,07$ )	
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	0,096 ( $\pm 0,011$ )	0,17 ( $\pm 0,057$ )
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	0,04	0,260
[ABDEL-AZIM et al., 2005] (USA)	0,349 ( $\pm 0,179$ )	
[HERINGSTAD et al., 2005] (Norwegen)	0,09 ( $\pm 0,021$ )	1. Laktation
	0,11 ( $\pm 0,013$ )	2. Laktation
	0,13 ( $\pm 0,011$ )	3. Laktation

### 2.3.4.2. Ketose

Durchschnittlich traten Ketosen am 15. Tag der Laktation auf, wobei 10% der Fälle innerhalb von 7 Tagen post partum auftraten. 90% der Fälle wurden bis zum 46. Tag sichtbar [HEUER et al., 1999]. 10,5 Tage lagen im Schnitt zwischen dem Tag der Geburt und dem Auftreten einer Ketose [DOHOO und MARTIN, 1984].

4,1% Laktationsinzidenz für Ketosen ergab sich über alle Paritäten in einer Studie von URIBE et al. (1995). 1,7% war die Laktationsinzidenz für Ketosen (0,5% bei Erstlaktierenden, 2,2% bei Kühen ab der 2. Laktation) bei FLEISCHER et al. (2001). Durchschnittlich wurde die Ketose 27 Tage post partum diagnostiziert. CURTIS et al. (1985) fanden eine Inzidenzrate für Ketosen von 2%. In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für Ketosen von 6,0% bei erstlaktierenden Kühen und 6,6% bei pluriparen Tieren berechnet. 28 Tage lagen durchschnittlich zwischen der Geburt und der Diagnose [GRÖHN et al., 1989]. HERINGSTAD et al. (2005) errechneten Inzidenzen für Ketosen von 7,5% für erstlaktierende Kühe, 13,0% für zweitlaktierende Kühe und 17,2% für drittlaktierende Kühe.

GRÖHN et al. (1984/5) kamen auf eine Inzidenzrate von 7,3% für Ketose. Schloss man erstlaktierende Kühe aus der Betrachtung aus, ergab sich eine Inzidenz von 8,5%. Weiterhin ergab sich ein Anstieg der Ketoseinzidenz mit steigender Parität (1. Laktation 5,4%, >7. Laktation 11,8%). Allerdings betrug die Anzahl der betrachteten Kühe in der älteren Gruppe nur etwa ein Zwanzigstel der Erstlaktierenden-Gruppe, weshalb eine mögliche statistische Verzerrung bedacht werden müsse. Paritäten >2 hatten mit 1,8 eine signifikant ( $p < 0,05$ ) höhere Inzidenz für Ketose als Kühe mit der Parität = 2 [GRÖHN et al., 1995]. FLEISCHER et al. (2001) konnten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Milchleistung der vorangegangenen Laktation und dem Auftreten von Ketosen finden. Mit der Milchleistung der aktuellen Laktation ergab sich jedoch ein solch signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,01$ ).

Kühe mit einem Fett-Protein-Quotienten  $>1,5$  hatten ein erhöhtes Risiko, an einer Ketose zu erkranken (Odds Ratio 3,2;  $p \leq 0,05$ ) [HEUER et al., 1999]. Andererseits erhöhte die Keto-seerkrankung den Fett-Protein-Quotienten (Odds Ratio 4,4;  $p \leq 0,05$ ) ihrerseits.

Verglich man höher leistende mit niedriger leistenden Kühen, so konnte weder für klinische noch für subklinische Ketosen eine erhöhte Prädisposition durch hohe Milchleistung gefunden werden [DOHOO und MARTIN, 1984]. Die Daten in einer Studie von GRÖHN et al. (1984/5) unterstützten ebenfalls nicht die These, welche die Milchleistung als signifikante Komponente in der Pathogenese von Ketosen sieht. Außerdem geben sie verschiedene Schwierigkeiten bei einer möglichen Zusammenhangsfindung zu bedenken. Eine davon sei

### 2.3.4. Stoffwechsel

die sinkende Milchleistung als Symptom der Ketose. Des weiteren sei die Milchleistung einer Kuh nicht Ausdruck der tatsächlich aufgenommenen Energiemenge.

Neben der Milchleistung hatte auch die Jahreszeit der Kalbung einen großen Einfluss auf das Auftreten von Ketosen (Odds Ratios 5,6; 1,0 und 4,3 für Januar-April; Mai-August und September-Dezember)[GRÖHN et al., 1989; GRÖHN et al., 1995].

Auch andere Erkrankungen hatten signifikanten Einfluss ( $p \leq 0,01$ ) auf die Entwicklung einer komplizierten Ketose, vor allem eine linksseitige Labmagenverlagerung, eine Gebärparese oder eine Nachgeburtsverhaltung (Odds Ratios: 53,5; 23,6 und 16,4) [CURTIS et al., 1984]. GRÖHN et al. (1989) errechneten für die Labmagenverlagerung und deren Zusammenhang mit Ketosen lediglich eine Odds Ratio von 2,5. In einer anderen Studie vervierfachte eine Erkrankung des Labmagens das Risiko für das Auftreten einer Ketose (4,0), Metritiden verdoppelten das Risiko (2,1) und Gebärparesen verdreifachten (2,8) das Risiko [GRÖHN et al., 1995].

Eine Schwierigkeit der Zucht auf Ketoseresistenz bei Kühen bestehe in der niedrigen Heritabilität, die nicht signifikant verschieden von 0 sei [GRÖHN et al., 1984/5].

In Tabelle 22 finden sich verschiedene Literaturangaben über einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Risiko an Ketose zu erkranken, deren Resultate antagonistische Beziehungen darstellen.

Tabelle 22: Literaturangaben über negative Einflüsse von Milchleistung auf Ketose

Quelle	Einfluss Ketose
[CURTIS et al., 1985] (USA)	(1.374 pluripare Holsteins aus 31 Herden) hohe Milchleistungen der vorangegangenen Laktation waren verbunden mit einem steigenden Risiko für Ketosen
[GRÖHN et al., 1989] (Finnland)	(41.989 Datensätze vorheriger Laktationen pluriparer, finnischer Ayrshire Kühe wurden ausgewertet) Mitglied einer Herde mit hoher Milchleistung zu sein erhöhte die Odds Ratio für Ketoseerkrankungen (<4.870 kg 305 Tage Milchleistung Odds Ratio=1,0 und $\geq 6.150$ kg Odds Ratio=1,4); auch hohe Einzeltierleistungen der vorangegangenen Laktation erhöhten das Risiko (Odds Ratio 1,0 bei <5.900 kg Milchleistung in 305 Tagen, Odds Ratio 1,5 bei $\geq 7.060$ kg)
[LYONS et al., 1991] (USA)	(9.187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und Ketoseinzidenz war 0,26, die phänotypische Korrelation betrug 0,02

### 2.3.4. Stoffwechsel

Quelle	Einfluss Ketose
[SIMIANER et al., 1991] (Norwegen)	(Daten von 208.693 erstlaktierenden norwegischen Milchkühen von 586 Vatertieren wurden ausgewertet) Kühe, die an einer Ketose erkrankten gaben signifikant ( $p < 0,001$ ) mehr Milch als die nicht erkrankten Tiere (5.209 kg gegen 5.017 kg); die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Ketosen wurde mit 0,653 angegeben
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(1.985 Datensätze kanadischer Holsteins aus 41 Herden von 92 Vatertieren wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Ketosen wurde mit 0,77 berechnet, für die umweltbedingte Korrelation ergab sich ein Wert von 0,02
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland)	(974 Laktationen wurden ausgewertet) ein signifikanter Zusammenhang ( $p < 0,01$ ) zwischen Ketose und 305-Tage Milchleistung der vorangegangenen Laktation wurde gefunden
[INGVARTSEN et al., 2003] (Review) (Dänemark)	epidemiologische Studien kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen bezüglich des Effekts der Milchleistung auf die Ketoseinzidenz, genetische Studien erbrachten hauptsächlich unvorteilhafte korrelative Effekte (0,26-0,65), aber auch fehlende Zusammenhänge wurden errechnet es schien möglich, dass eine Zucht auf höhere Milchleistung die Inzidenzrate für Ketose steigern könnte

In Tabelle 23 finden sich verschiedene Literaturangaben, welche fehlende, teils auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und Ketosen beschreiben.

Tabelle 23: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf Ketose

Quelle	Einfluss Ketose
[SHANKS et al., 1978]  Daten wurden zusammengefasst nach 388 Geburten von 177 Kühen (1968-1974) (USA)	(43 Paare unbelegter Holstein-Friesian-Färsen wurden ausgewählt, eine Färse jedes Paares wurde nach hoher potentieller Milchleistung (HL) ausgewählt, die andere nach niedriger Leistung (LL) (0-Generation) – die Tiere wurden nun zufällig belegt mit Samen von 7 Hochleistungsvatertieren und solchen mit durchschnittlicher Milchleistung (7), die Milchleistung war signifikant ( $p < 0,001$ ) verschieden zwischen der HL- und LL-Gruppe, sowohl in der Eltern-, als auch in der Nachkommengeneration) die Anzahl der Ketose der Elterntiere war nahezu gleich in beiden Gruppen (1 (HL), 1 (LL)), die Fälle von Ketose der Nachkommen war nicht signifikant verschieden in beiden Gruppen (0 (HL-Vatertier), 0 (LL-Vatertiere))

### 2.3.4. Stoffwechsel

Quelle	Einfluss Ketose
[DOHOO und MARTIN, 1984] (Kanada)	(751 Laktationen pluriparer Kühe aus 32 Holsteinherden wurden ausgewertet) Ketosen waren nicht signifikant assoziiert mit der Milchleistung der vorangegangenen Laktation
[GRÖHN et al., 1984/5] (Finnland)	(4.288 Kühe von 42 Bullen, durchschnittliche Milchleistung 6.461±932 kg) es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Inzidenzrate für Ketose und der Milchleistung (<5.500 kg Inzidenz-rate=6,9, 5.500-7.000 kg Inzidenzrate=9,0, >7.000 kg Inzidenzrate=8,8); trotz verschiedener Inzidenzraten für Ketosen bei verschiedenen Vatertieren (0 bis 26,2%) konnte kein signifikanter genetischer Zusammenhang gefunden werden
[GRÖHN et al., 1995] (USA)	(7.354 pluripare Holsteins aus 25 Herden) es gab keinen signifikanten Effekt der Milchleistung auf das Risiko für Ketose ( $p>0,05$ ), weder bei der absoluten Milchleistung (von $\leq 8.595$ kg bis $>11.786$ kg pro Laktation), noch bei der Milchleistungsabweichung vom Herdendurchschnitt (von $\leq 1.426$ kg unter dem Herdenschnitt bis $>1.431$ kg darüber)
[AEBERHARD et al., 2001] (Schweiz)	(29 Paare von Hochleistungskühen ( $>45$ kg Spitzenmilchleistung und korrespondierenden – den Herdendurchschnitt der selben Herde repräsentierenden ( $\pm 10\%$ ) – Durchschnittsleistungskühen aus 29 schweizer Betrieben; Laktationsleistung $10.882\pm 323$ kg gegen $8.232\pm 269$ kg) keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Auftretens von Ketosen zwischen der Hochleistungs- und Durchschnittsleistungsgruppe (4 von 29 und 2 von 29 Tieren)
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland)	(1.456 Laktationen wurden ausgewertet) kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Ketose und 305-Tage Milchleistung der aktuellen Laktation wurde gefunden

In Tabelle 24 sind Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und Ketose verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 24: Heritabilitäten zu Milchleistung und Ketose einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Ketose	Milchleistung
[RAHEJA et al., 1989] (Kanada)		0,18 – 0,19
[LYONS et al., 1991] (USA)	0,08 ( $\pm 0,04$ )	
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	0,104 ( $\pm 0,031$ )	0,17 ( $\pm 0,057$ )

### 2.3.4. Stoffwechsel

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Ketose	Milchleistung
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	0,39	0,260
[ZWALD et al., 2004] (USA)	0,06 ( $\pm 0,02$ )	0,17 ( $\pm 0,03$ )
[HERINGSTAD et al., 2005] (Norwegen)	0,14 ( $\pm 0,008$ )	1. Laktation
	0,16 ( $\pm 0,009$ )	2. Laktation
	0,15 ( $\pm 0,010$ )	3. Laktation
[APPUHAMY et al., 2009] (USA)	0,01	

#### 2.3.4.3. Labmagenverlagerung

Bis heute ist die Ätiologie von Labmagenverlagerungen nicht vollständig aufgeklärt. Diskutiert werden beispielsweise genetische Komponenten wie Großrahmigkeit, Fütterungseinflüsse wie erhöhte Krafffutteranteile in Rationen, mechanische Ursachen wie Trächtigkeit beziehungsweise Nachträchtigkeit und auch über Hypotonie als Auslöser, beispielsweise auf Grund einer Hypokalzämie, wird spekuliert. Ein Zusammenwirken verschiedener Faktoren ist wahrscheinlich.

Die Frequenzen des Auftretens von Labmagenverlagerungen unterschieden sich nicht zwischen den erstlaktierenden Tieren und den Kühen in späteren Laktationen in verschiedenen experimentellen Herden in den USA. Die durchschnittliche Inzidenz lag bei 7,6% (7,9% bei Erstlaktierenden, 7,4% in späteren Laktationen). Mehr als 85% der Fälle von Labmagenverlagerungen traten innerhalb von 30 Tagen post partum auf. Auffällig war, dass erstlaktierende Kühe mit höheren Milchleistungen signifikant seltener an Labmagenverlagerungen litten (Spitzenmilchleistung: 33,5 kg ohne Labmagenverlagerung in der Laktation, 29,3 kg mit Labmagenverlagerung,  $p=0,026$ ) [APPUHAMY et al., 2007]. In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für Labmagenerkrankungen von 0,5% bei erstlaktierenden Kühen und 0,6% bei pluriparen Tieren berechnet [GRÖHN et al., 1989]. 0,7% waren es in einer holländischen Studie [HEUER et al., 1999]. 21 Tage lagen durchschnittlich zwischen der Geburt und der Diagnose [GRÖHN et al., 1989].  $13 \pm 11,4$  Tage waren es in einer kanadischen Studie [MARTIN, 1972]. Eine signifikante Korrelation zwischen dem Auftreten einer linken Labmagenverlagerung und einer 15 Tage Periode seit der Kalbung wurde gefunden ( $r=0,744$ ), weshalb die Puerperalphase den größten Einfluss auf die Frequenz des Auftretens von linken Labmagenverlagerungen zu haben schien. Ein Zusammenhang zwischen der Milchleistung

und dem Auftreten von Labmagenverlagerungen konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Auch in einer späteren Studie konnte ein solcher Zusammenhang nicht festgestellt werden. Allerdings sank die Milchleistung der betroffenen Kühe in der entsprechenden Laktation signifikant im Vergleich zur vorherigen und darauffolgenden Laktation um circa 725 kg [MARTIN et al., 1978].

Durchschnittlich traten linke Labmagenverlagerungen am 12 Tag der Laktation auf, wobei 10% der Fälle innerhalb von 7 Tagen post partum auftraten, 90% der Fälle wurden bis zum 26. Tag sichtbar [HEUER et al., 1999]. 1,1% war die Laktationsinzidenz für Labmagenverlagerungen bei [FLEISCHER et al., 2001]. Durchschnittlich wurde die Labmagenverlagerung 18 Tage post partum diagnostiziert. Signifikante Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Labmagenverlagerungen und der Parität konnten nicht gefunden werden. DOHOO und MARTIN (1984) errechneten 8,5 Tage als durchschnittliches Intervall zwischen Geburt und Auftreten einer Labmagenverlagerung. 6,3% war die Laktationsinzidenz für Labmagenverlagerungen, allerdings gab es auch Herden mit einer Inzidenz von 0%. Durchschnittlich 11 Tage post partum trat sie auf [GRÖHN et al., 1995]. Bei 12 Tagen lag der Durchschnitt bei HEUER et al. (1999). Ketose war ein signifikanter Prädiktor für eine Labmagenverlagerung (Odds Ratio 4,5). Auch eine Nachgeburtsverhaltung erhöhte das Risiko signifikant im Schnitt 2,2-fach. Die Milchleistung spielte hierbei keine Rolle [GRÖHN et al., 1995]. CURTIS et al. (1984) berechneten gar eine Odds Ratio von 11,9 für das Auftreten von linken Labmagenverlagerungen nach Erkrankung an einer unkomplizierten Ketose ( $p \leq 0,01$ ). 5,7 war die Odds Ratio nach Ketoseerkrankung bei [GRÖHN et al., 1989].

In ihrem „Review“ halten es INGVARTSEN et al. (2003) für unwahrscheinlich, dass höher leistende Milchkühe ein erhöhtes Risiko für eine linksseitige Labmagenverlagerung hätten.

2,8% Laktationsinzidenz für Labmagenverlagerungen ergab sich über alle Paritäten in einer Studie von URIBE et al. (1995). Nach seinen Berechnungen ergab sich eine moderat hohe Heritabilität für Labmagenverlagerungen von  $h^2 = 0,304 \pm 0,005$ , was bei Vorliegen solcher Daten eine Verringerung der Inzidenz von Labmagenverlagerungen durch genetische Selektion ermögliche. Auf Grund der niedrigen Korrelation zwischen den Milchleistungsdaten und dem Auftreten von Labmagenverlagerungen sollten seiner Meinung nach diese beiden Werte für die Zucht unabhängig von einander betrachtet werden.

Parität hatte einen großen Einfluss auf die Inzidenz von Labmagenverlagerungen. Mit höherer Parität erhöhte sich das Auftreten von Labmagenerkrankungen [ABDEL-AZIM et al., 2005]. Auch die Jahreszeit der Kalbung hatte Einfluss. MARTIN et al. (1978) stellten eine

### 2.3.4. Stoffwechsel

moderate Verteilung über die verschiedenen Monate des Jahres bezüglich des Auftretens von linken Labmagenverlagerungen fest, wobei eine schwache Spitze von Februar bis Mai zu erkennen war. Ein signifikanter Einfluss der Parität einer Kuh und/oder späte Trächtigkeiten wurde festgestellt. Jedoch war dies nicht der einzige ätiologisch beeinträchtigende Faktor für das Auftreten von linken Labmagenverlagerungen [MARTIN, 1972]. GRÖHN et al. (1995) berechneten in ihrer Studie eine Odds Ratio von 1,5 ( $p < 0,05$ ) für Kühe mit einer Parität  $> 2$  im Verhältnis zu Kühen in der 2. Laktation. Kühe, die von Labmagenverlagerungen betroffen waren, waren älter als ihre Herdenkolleginnen (69 Monate gegen 54 Monate) [COPPOCK und EVERETT, 1973]. FLEISCHER et al. (2001) konnten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Parität einer Kuh und der Inzidenz für Labmagenerkrankungen finden.

Der Einfluss genetischer Faktoren könnte die Variable Inzidenz für linke Labmagenverlagerungen zwischen verschiedenen Herden erklären [MARTIN, 1972].

Für die Monate März bis Mai im Vergleich zu den Monaten September bis November war das Risiko für das Auftreten von Labmagenverlagerungen erhöht (Odds Ratio 1,6;  $p < 0,05$ ) [GRÖHN et al., 1995].

Eine lange Reihe von prädisponierenden Faktoren für Labmagenverlagerungen führte [COPPOCK, 1974] an, darunter ein höheres Alter, höheres Gewicht und höhere Milchleistung als der Populationsdurchschnitt. Weiterhin nannte er einen engen Zusammenhang mit der Geburt, eine jahreszeitliche Abhängigkeit und Fütterungsaspekte. Auch das Auftreten anderer Erkrankungen erhöhte in seiner Studie die Wahrscheinlichkeit der Kuh, ebenfalls an einer Labmagenverlagerung zu erkranken. Genetische Faktoren spielten seiner Meinung nach keine wesentliche Rolle.

In Tabelle 25 finden sich verschiedene Literaturangaben über einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Risiko von Labmagenverlagerungen, deren Resultate antagonistische Beziehungen darstellen.

Tabelle 25: Literaturangaben über negative Einflüsse von Milchleistung auf Labmagenverlagerungen

Quelle	Einfluss Labmagenverlagerung
[COPPOCK und EVERETT, 1973] (USA)	(betrachtet wurden 481 Fälle von Labmagenverlagerungen gegen 181 nicht betroffene Kühe aus den selben Herden) Kühe bei denen eine Labmagenverlagerung auftrat, gaben in der Laktation zuvor 242 kg mehr Milch als ihre Herdenmitglieder (durchschnittliche 305 Tage Milchleistung etwa 6700kg)

### 2.3.4. Stoffwechsel

Quelle	Einfluss Labmagenverlagerung
[COPPOCK, 1974] (USA)	(1.843 Holsteinherden, davon 446 Herden die einen Labmagenverlagerung innerhalb der vergangenen 3 Jahre hatten (insgesamt 944 erkrankte Tiere) und 1.397 nicht betroffene Herden) Herden mit Labmagenverlagerungen hatten mit 6.547 kg eine höhere Herdenmilchleistung als Herden ohne Labmagenverlagerungen mit 6.246 kg (Durchschnitt aller New Yorker Holsteinherden 1972: 6.271 kg)
[GRÖHN et al., 1989] (Finnland)	(41.989 Datensätze vorheriger Laktationen pluriparer, finnischer Ayrshire Kühe wurden ausgewertet) hohe Herdenmilchleistung in der vorangegangenen Laktation war ein signifikanter Faktor für Labmagenerkrankungen, hohe Einzeltierleistungen hatten hingegen nicht diesen Einfluss
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland)	(1.135 Laktationen von 1.074 Holstein-Kühen wurden betrachtet) ein signifikanter Zusammenhang ( $p < 0,05$ ) zwischen Labmagenverlagerung und 305-Tage Milchleistung der vorangegangenen Laktation wurde gefunden; mit der Milchleistung der aktuellen Laktation wurde kein signifikanter Zusammenhang gefunden

In Tabelle 26 finden sich verschiedene Literaturangaben, welche fehlende und teilweise auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und Labmagenverlagerungen beschreiben.

Tabelle 26: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf Labmagenverlagerungen

Quelle	Einfluss Labmagenverlagerung
[MARTIN, 1972] (Kanada)	(71 (= 82%) Fragebögen von 87 befragten Herden konnten ausgewertet werden) Herden die von linksseitigen Labmagenerkrankungen (66 Herden) betroffen waren, hatten eine signifikant niedrigere Herdenmilchleistung pro Jahr, als die Kontrollherden (mindestens 3 Jahre ohne Labmagenverlagerung, 24 Herden) ( $6.257,5 \pm 964$ kg und $6.875 \pm 726$ kg); die Tagesmilchleistung unterschied sich nicht signifikant zwischen den betroffenen und den Kontrolltieren ( $26,9 \pm 10,35$ und $25,4 \pm 14,8$ )

### 2.3.4. Stoffwechsel

Quelle	Einfluss Labmagenverlagerung
[MARTIN et al., 1978] (Kanada)	(49 Fällen von linksseitiger Labmagenverlagerungen wurden passende Kontrolltiere (selbes Jahr der Geburt, selbe Herde, selbe Laktation) gegenüber gestellt)  in der vorangegangenen Laktation zur Laktation mit der Labmagenverlagerung gaben die betroffenen Tiere nicht mehr oder weniger Milch als die nicht betroffenen Tiere (6.224,5±1.456 kg und 6.047,3±1.576,9 kg);  in der auf die Laktation mit der Labmagenverlagerung folgenden Laktation gab es keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen (6.245,0±1.402,6 kg und 6.289,9±1.635,4 kg)  es schien nicht, als bekämen Hochleistungskühe eher eine Labmagenverlagerung als niedriger leistende Kühe
[SHANKS et al., 1978]  Daten wurden zusammengefasst nach 388 Geburten von 177 Kühen (1968-1974) (USA)	(43 Paare unbelegter Holstein-Färsen wurden ausgewählt, eine Färse jeden Paares wurde nach hoher potentieller Milchleistung (HL) ausgewählt, die andere nach niedriger Leistung (LL) (0-Generation) – die Tiere wurden nun zufällig belegt mit Samen von 7 Hochleistungsvatertieren und solchen mit durchschnittlicher Milchleistung (7), die Milchleistung war signifikant ( $p < 0,001$ ) verschieden zwischen der HL- und LL-Gruppe, sowohl in der Eltern-, als auch in der Nachkommengeneration)  die Anzahl der verlagerten Labmägen der Elterntiere war nicht signifikant verschieden zwischen den beiden Gruppen (6 (HL), 3 (LL));  die Fälle von Labmagenverlagerungen der Nachkommen war nicht signifikant verschieden in beiden Gruppen (1 (HL-Vatertiere), 1 (LL-Vatertiere))
[DOHOO und MARTIN, 1984] (Kanada)	(751 Laktationen pluriparer Kühe aus 32 Holsteinherden wurden ausgewertet)  Labmagenverlagerungen waren nicht signifikant assoziiert mit der Milchleistung der vorangegangenen Laktation
[CURTIS et al., 1985] (USA)	(1.374 pluripare Holsteins aus 31 Herden, 19 Fälle von Labmagenverlagerungen)  die Milchleistung der vorangegangenen Laktation hatte keinen entscheidenden Einfluss auf das Auftreten von Labmagenverlagerungen nach links
[LYONS et al., 1991] (USA)	(9.187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren)  die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und der Inzidenz für Labmagenverlagerungen war -0,15,  die phänotypische Korrelation betrug -0,06
[GRÖHN et al., 1995] (USA)	(8.070 pluripare Holsteins aus 25 Herden)  es gab keinen signifikanten Effekt der Milchleistung auf das Risiko einer Labmagenverlagerung ( $P > 0,05$ ), weder bei der absoluten Milchleistung (von $\leq 8.595$ kg bis $> 11.786$ kg pro Laktation), noch bei der Milchleistungsabweichung vom Herdendurchschnitt (von $\leq 1.426$ kg unter dem Herdendurchschnitt bis $> 1.431$ kg darüber)

### 2.3.4. Stoffwechsel

Quelle	Einfluss Labmagenverlagerung
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(2.941 Datensätze kanadischer Holsteins aus 54 Herden von 111 Vätertieren wurden ausgewertet) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Labmagenverlagerungen wurde mit -0,04 berechnet, für die umweltbedingte Korrelation ergab sich ein Wert von -0,10
[HEUER et al., 1999] (Niederlande)	(1.152 Laktationen in 16 gewerblichen Herden) die Einsatzleistung bei Kühen die eine Labmagenverlagerung hatten (8 Kühe) war 7,1 kg/Tag niedriger als die Durchschnittseinsatzleistung (29,3±7,5 kg); Odds Ratio = 0,2 bei einer Standardabweichung der Tagesmilchleistung nach oben
[INGVARTSEN et al., 2003] (Review) (Dänemark)	nur wenige der Studien haben einen Zusammenhang zwischen Milchleistung und Labmagenverlagerung gesucht, mit unterschiedlichen Ergebnissen, in Verbindung mit anderen Studien jedoch schien ein solcher Zusammenhang unwahrscheinlich
[APPUHAMY et al., 2007] (USA)	(911 Laktationen von Holsteins aus experimentellen Herden in den USA wurden betrachtet getrennt für erste Laktationen=FL und spätere Laktationen=LL, 305 Tage Milchleistungen im Durchschnitt FL=10.257 kg, LL=11.889 kg) das Auftreten von Labmagenverlagerungen und die Spitzenmilchleistung einer Kuh (FL=37,2 kg, LL=47,2 kg) waren nicht signifikant mit einander assoziiert für pluripare Kühe (LL: p=0,324), für erstlaktierende Kühe jedoch bestand ein signifikanter Zusammenhang (FL: p=0,026), wobei niedriger leistende Tiere häufiger erkrankten

In Tabelle 27 sind Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und Labmagenverlagerungen verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 27: Heritabilitäten zu Milchleistung und Labmagenverlagerungen einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Labmagenverlagerung	Milchleistung
[RAHEJA et al., 1989] (Kanada)		0,18 – 0,19
[LYONS et al., 1991] (USA)	0,09 (±0,04)	
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	0,304 (±0,005)	0,17 (±0,057)
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)		0,260
[ZWALD et al., 2004] (USA)	0,14 (±0,03)	0,17 (±0,03)

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Labmagenverlagerung	Milchleistung
[ABDEL-AZIM et al., 2005] (USA)	0,087 ( $\pm 0,041$ )	
[APPUHAMY et al., 2009] (USA)	0,03	

### 2.3.5. Bewegungsapparat

18%-20% der in Deutschland gehaltenen Kühe erkranken jährlich mindestens einmal an den Klauen. Die Gestaltung der Laufbereiche im Stall genügen eher verfahrenstechnischen Ansprüchen als denen der Tiere. Lahmheiten und Tierabgänge auf Grund gravierender Klauenschäden nehmen seit Jahren zu. Durchschnittlich 10% der Abgänge aus der Herde sind dadurch bedingt [BENZ, 2003]. 1979 waren 4,3% der Abgänge aus der Herde durch Klauen-/Gliedmaßenproblemen bedingt, 2010 waren es 12,8% [VIT].

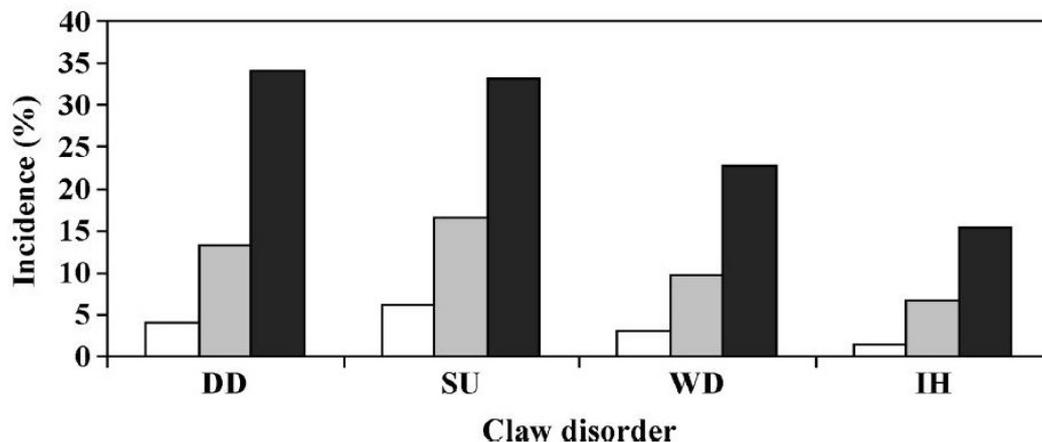


Abbildung 9: Inzidenzen von Dermatitis digitalis (DD), Sohlengeschwüren (SU), Wandhornstörungen (WD) und Hyperplasia interdigitalis (IH) in den besten Herden (weiß), in den schlechtesten Herden (schwarz) und im Durchschnitt (grau) [KÖNIG et al., 2008]

Lahmheiten sind ein multifaktorielles Geschehen, sie können viele Ursachen haben [SANDERS et al., 2009]. Mechanische Einflüsse, Hygiene und Fütterung sind sicherlich nur einige davon.

In einer finnischen Studie wurden Inzidenzen für Beeinträchtigungen an Gliedmaßen oder Klauen von 1,9% bei erstlaktierenden Kühen und 1,8% bei pluriparen Tieren berechnet. 65 Tage lagen durchschnittlich zwischen der Geburt und der Diagnose [GRÖHN et al., 1989].

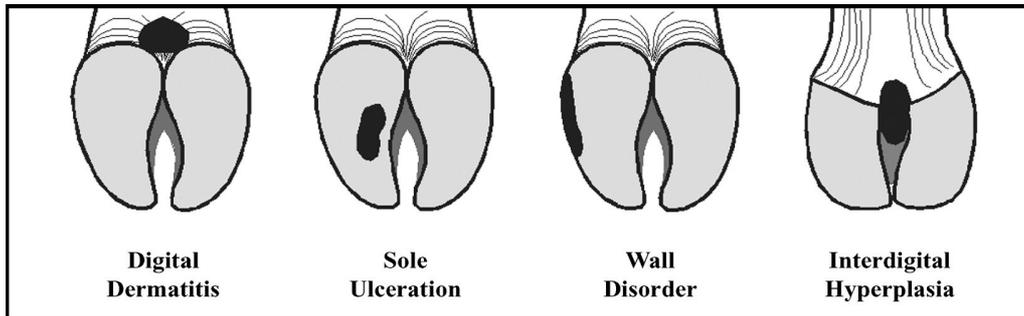


Abbildung 10: Lokalisation einiger Gliedmaßenerkrankungen [KÖNIG et al., 2005]

Das individuelle Herdenmanagement und die Fütterungsstrategien waren die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Gliedmaßen- und Klauengesundheit. Sie hatten eine signifikante Wirkung ( $p < 0,001$ ). Dabei schwankte die Inzidenz stark zwischen den verschiedenen Herden beispielsweise bei der Dermatitis digitalis von 0,018 bis 0,413 (Abbildung 9 und 10) [KÖNIG et al., 2005]. Beinahe ein Viertel (23,7%) der betrachteten Kühe in einer Studie von WHITAKER et al. (2000) litten im Laufe des Jahres an einer Lahmheit. Dabei hatten die besten 10% der betrachteten Herden eine Inzidenzrate von 2-4% das schlechteste Quartil der Herden eine Rate von 50,3%. SANDERS et al. (2009) ermittelten eine allgemeine Lahmheitsinzidenz über das Jahr von 49,1%, wobei die Inzidenzen zwischen den einzelnen Herden sehr variierten. Auch eine jahreszeitliche Abhängigkeit wird beschrieben. 34,9% einer Studie von AMORY et al. (2008) waren wenigstens einmal von einer Lahmheit betroffen. Schätzungsweise ein Viertel der Kühe hatte mindestens ein Rezidiv der gleichen Läsion in der selben Laktation. ESPEJO et al. (2006) berichteten in ihrer Studie mit 53 Hochleistungsherden in den USA von einer durchschnittlichen Prävalenz an Lahmheiten von 24,6%. Wobei dieser Wert im Schnitt 3,1 mal höher lag als die geschätzten Werte der Herdenmanager der jeweiligen Herden. Weiterhin wurde ein linearer Anstieg der Prävalenz von Lahmheiten mit der Parität beschrieben, etwa 8% oder ein 1,3-facher Anstieg pro Laktation. BARKEMA et al. (1994) stellten ebenfalls einen signifikanten Anstieg der Lahmheitsinzidenz für Kühe nach der 3. Laktation zu jüngeren Kühen fest (31,8% zu 23,3%,  $p < 0,001$ ). Abhängig von der jeweiligen Farm schwankte die Inzidenz für Lahmheiten je Laktation von 9,3 bis 49,2% ( $p < 0,001$ ). Dabei betrafen 22% der aufgetretenen Lahmheiten die Vordergliedmaßen, 76% die Hintergliedmaßen und 2% Vorder- und Hintergliedmaßen gleichzeitig [BARKEMA et al., 1994]. Durchschnittlich traten Lahmheiten am 87. Tag der Laktation auf, 10% der Fälle innerhalb von 11 Tagen post partum. 90% der Fälle wurden bis zum 253. Tag sichtbar [HEUER et al., 1999]. 19,5% war die Laktationsinzidenz für Lahmheiten bei FLEISCHER et al. (2001). Durchschnittlich wurde

### 2.3.5. Bewegungsapparat

---

die Lahmheit 76 Tage post partum diagnostiziert. Weiterhin konnte ein signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,05$ ) zwischen der Parität und dem Auftreten von Klauenproblemen gefunden werden. Die Frequenzen des Auftretens von Lahmheiten unterschied sich nicht zwischen den erstlaktierenden Tieren und den Kühen in späteren Laktationen in verschiedenen experimentellen Herden in den USA. Die durchschnittliche Inzidenz lag bei 26% (24% bei Erstlaktierenden, 27% in späteren Laktationen) [APPUHAMY et al., 2007].

Die Haltungform hatte einen Einfluss auf die Lahmheitsprävalenz, könne aber nicht als der einzige Faktor angesehen werden, da andere Umweltfaktoren und auch das Herdenmanagement ebenfalls eine Rolle spielten [BIELFELDT et al., 2005].

Nach dem Klauenschnitt gaben die Kühe mehr Milch pro Tag ( $0,47 \pm 0,15$  kg in der 1. Laktation,  $0,51 \pm 0,15$  kg in späteren Laktationen). Dieser Anstieg wurde schon im ersten Monat nach dem Schnitt evident [SOGSTAD et al., 2007].

In ihrer Befragungsstudie in 2.148 dänischen Herden kamen ALBAN et al. (1996) zu dem Ergebnis: Je höher die Herdenmilchleistung, desto höher das Risiko eine interdigitalen Nekrobazilliose beziehungsweise von Klauenläsionen. Sie geben aber zu bedenken, dass dies möglicherweise auch ein indirekter Effekt der Fütterung von Hochleistungsmilchkühen sein könnte.

Höhere Milchleistung erhöhte das Risiko für Lahmheiten. Zudem erhöhe die weitere Zucht auf höhere Milchleistung wegen der positiven genetischen Korrelation die Empfänglichkeit für Klauenerkrankungen. Das individuelle Herdenmanagement hatte dabei einen signifikanten Einfluss auf die Inzidenz [KÖNIG et al., 2005].

Auch bei den Lahmheiten gilt: Kühe mit höheren Milchleistungen bleiben eher in den Herden als solche mit niedrigeren Leistungen. Dies wiederum führe dazu, dass solche Kühe eher in Studien auftauchen, was seinerseits zu einer Überschätzung des Zusammenhangs zwischen Milchleistung und Lahmheiten führe [SOGSTAD et al., 2007].

Bereits bis zu 4 Monate bevor eine klinische Lahmheit diagnostiziert wurde und noch 5 Monate im Anschluss an die Lahmheitsbehandlung ging die Milchleistung der betroffenen Kühe zurück. Das bedeutet auch, dass das genetische Potential für höhere Milchleistung nicht zum Tragen kommt, wenn die Kühe an einer Lahmheit erkranken [GREEN et al., 2002].

In Tabelle 28 finden sich verschiedene Literaturangaben über einen möglichen Zusammenhang zwischen Milchleistung und dem Bewegungsapparat, deren Resultate antagonistische Beziehungen darstellen.

### 2.3.5. Bewegungsapparat

Tabelle 28: Literaturangaben über negative Einflüsse von Milchleistung auf den Bewegungsapparat

Quelle	<i>Einfluss Bewegungsapparat</i>
[LYONS et al., 1991] (USA)	(9.187 Laktationen von Töchtern von 229 Vatertieren) die genetische Korrelation zwischen der Milchleistung und Klauenproblemen betrug 0,31, die phänotypische Korrelation ergab 0,06
[BARKEMA et al., 1994] (Niederlande)	(13 Herden um Utrecht mit Herdengröße= 64±16 und 305 Tage Milchleistung= 8.611±1.395 kg) die 100 Tage Milchleistung von Kühen mit Sohlengeschwüren war 77 kg höher als die der Kontrolltiere (p=0,047), die 270 Tage Milchleistung war 171 kg höher (p=0,057); die Odds Ratio für das Risiko einer Lahmheit war - mit 100 kg höherer 100 Tage Milchleistung in der vorangegangenen Laktation – um 1,06 höher (p<0,001); die Lahmheitsinzidenz der einzelnen Herden lag zwischen 9,3-49,2% (0,26±0,12)
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(3.023 Aufzeichnungen kanadischer Holsteins aus 52 Herden von 126 Vatertieren wurden ausgewertet) für die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und dem Abgang aus der Herde auf Grund von Problemen mit den Gliedmaßen ergab sich ein Wert von 0,27
[ALBAN et al., 1996] (Dänemark)	(12.238 Tiere in 1.366 dänischen Herden) hohe Durchschnittsherdenmilchleistung war signifikant (p=0,039) assoziiert mit interdigitaler Nekrobazillose (Odds Ratio=1,0 für <6.500 kg Milchleistung, Odds Ratio=1,92 für ≥7.500 kg); hohe Durchschnittsherdenmilchleistung war signifikant (p=0,003) assoziiert mit Klauenveränderungen (Odds Ratio=1,0 für <6.500 kg Milchleistung, Odds Ratio=2,29 für ≥7.500 kg)
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	(4.368 Datensätze erstlaktierender Holsteins von 439 Vatertieren wurden bewertet, 305-Tage Milchleistung: 8.519±1.452 kg) die genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Lahmheiten betrug 0,24, die phänotypische Korrelation wurde mit 0,04 angegeben
[HEUER et al., 1999] (Niederlande)	(1.335 Laktationen in 16 gewerblichen Herden) bei einem Anstieg der Einsatzleistung um eine Standardabweichung von der Durchschnittseinsatzleistung (29,3±7,5 kg) schien die Inzidenz für Lahmheiten um 1,2 zuzunehmen (p<0,1)

### 2.3.5. Bewegungsapparat

Quelle	Einfluss Bewegungsapparat
[FLEISCHER et al., 2001] (Deutschland)	(1.267 Laktationen aus 5 verschiedenen Herden zwischen 1990 und 1996 wurden ausgewertet, durchschnittliche Inzidenz für Lahmheiten war 19,5%)  ein signifikanter Zusammenhang ( $p < 0,01$ ) zwischen 305-Tage Milchleistung in der aktuellen Laktation und Risiko für Klauenerkrankungen wurde gefunden - eine Kuh mit einer Milchleistung von 12.000 kg pro Laktation hatte eine 2,0-fach erhöhte erwartete Wahrscheinlichkeit (EPA=32,2) an einer Klauenerkrankung zu leiden, wie eine Kuh mit einer Jahresmilchleistung mit 6.000 kg (EPA=16,2)  weiterhin wurde berechnet, dass eine um 375 kg höhere Jahresmilchleistung einem Anstieg der Inzidenz einer Klauenerkrankung von 1% entspräche
[GREEN et al., 2002] (Großbritannien)	(900 Holstein/Friesians in 5 Herden mit 305 Tage Leistungen von 5.500-7.500 kg)  die Milchleistungskurve von Kühen die jemals eine Lahmheit hatten, lag etwa 3 kg über jener von Kühe, welche niemals eine Lahmheit hatten – der Einfluss von Lahmheiten auf die Produktivität war signifikant
[INGVARTSEN et al., 2003] (Review) (Dänemark)	(11 epidemiologische und 14 genetische Studien über den Zusammenhang von Milchleistung und Gesundheit)  die genetische Korrelationen zwischen der Milchleistung und der Lahmheitsinzidenz rangierten zwischen 0,24 bis 0,48,  die phänotypische Korrelationen lagen alle nahe Null, trotzdem scheint es so, dass eine weitere Zucht auf höhere Milchleistung die Inzidenzrate für Lahmheiten erhöhen könnte
[HULTGREN et al., 2004] (Schweden)	(2.368 Kühe in 102 Herden)  Sohlengeschwüre waren mit $479 \pm 108$ kg höherer 305-Tage Milchleistung assoziiert ( $p < 0,001$ )
[VANDORP et al., 2004] (Kanada)	(5.774 Aufzeichnungen von 3.298 Holstein-Kühen)  die genotypische Korrelation war -0,28 zwischen der 150 Tage Milchleistung und der Lokomotion;  die phänotypische Korrelation war -0,06
[BIELFELDT et al., 2005] (Deutschland/Schweiz)	(Aufzeichnungen von 25 professionellen schweizer Klauenschneidern wurden verwertet)  das Milchleistungsniveau der vorangegangenen Laktation (<6.000 kg, 6.000-7.000 kg, >7.000 kg in 305 Tagen Laktation) kombiniert mit der Parität hatte einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ) auf alle betrachteten Klauenerkrankungen

### 2.3.5. Bewegungsapparat

Quelle	Einfluss Bewegungsapparat
[KÖNIG et al., 2005] (Deutschland)	<p>(5.634 Holsteins aus 9 Großherden)</p> <p>höhere Milchleistung in der frühen Laktation war positiv assoziiert mit einer steigenden Inzidenz für Sohlengeschwüre, Wandhornstörungen und Limaxerkrankungen;</p> <p>die geschätzte, genetische Korrelationen zwischen der Milchleistung und digitaler Dermatitis war <math>0,24 \pm 0,145</math>;</p> <p><math>0,27 \pm 0,127</math> für Wandstörungen und <math>0,336 \pm 0,14</math> für Limax/Hyperplasia interdigitalis</p>
[AMORY et al., 2008] (Großbritannien)	<p>(1.824 Kühe aus 30 Herden, 305 Tage Leistung <math>7.073 \pm 185,3</math> kg wurden einbezogen)</p> <p>Kühe die an Sohlengeschwüren erkrankten, gaben 5 Monate vor der Diagnose 1,5 kg mehr Milch am Tag, als nicht betroffene Tiere;</p> <p>Kühe die unter Weiße-Linie-Defekten litten, gaben 5 Monate vor der Diagnose 0,8 kg mehr Milch am Tag, als nicht betroffene Tiere</p>
[KÖNIG et al., 2008] (Deutschland)	<p>(5.630 Holsteins verschiedener Laktationen aus 11 Großherden)</p> <p>die erwarteten genetische Korrelationen zwischen der Milchleistung vor der Störung und dem Auftreten einer Klauenerkrankung waren durchgehend positiv (von 0,16 bis 0,44)</p> <p>die phänotypischen Korrelationen waren auch positiv, aber durchweg geringer;</p> <p>die Differenz zwischen der Testtagmilchleistung<sup>1</sup> (vor Auftreten der Störung) von undiagnostizierten zu diagnostizierten Tieren war: 1,3 kg für digitale Dermatitis, 1,21 kg für Sohlengeschwüre, 0,97 kg für Wandhornstörungen und 1,12 kg für Limaxerkrankungen jeweils „zugunsten“ der diagnostizierten Kühe;</p> <p>Kühe die von keiner der untersuchten Lahmheitsursachen betroffen waren, hatten in dieser Studie die niedrigste Milchleistung am Testtag 1 (vor Auftreten evtl. Störungen)</p>

In Tabelle 29 finden sich verschiedene Literaturangaben, welche fehlende, zum Teil auch vorteilhafte Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und dem Bewegungsapparat beschreiben.

### 2.3.5. Bewegungsapparat

Tabelle 29: Literaturangaben über positive oder fehlende Einflüsse von Milchleistung auf den Bewegungsapparat

Quelle	<i>Einfluss Bewegungsapparat</i>
[SHANKS et al., 1978] (USA) Daten wurden zusammengefasst nach 388 Geburten von 177 Kühen (1968-1974)	(43 Paare unbelegter Färsen wurden ausgewählt, eine Färsen jeden Paares wurde nach hoher potentieller Milchleistung (HL) ausgewählt, die andere nach niedriger Leistung (LL) (0-Generation) – die Tiere wurden nun zufällig belegt mit Samen von 7 Hochleistungsvatertieren und solchen mit durchschnittlicher Milchleistung (7), die Milchleistung war signifikant ( $p < 0,001$ ) verschieden zwischen der HL- und LL-Gruppe, sowohl in der Eltern-, als auch in der Nachkommengeneration)  die Anzahl der Elterntiere mit Fußfäule war nicht signifikant (aber $p < 0,1$ ) verschieden zwischen den beiden Gruppen (15 (HL), 8 (LL),  die Fälle von Fußfäule der Nachkommen war nicht signifikant verschieden in beiden Gruppen (9 (HL-Vatertiere), 5 (LL-Vatertiere))
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	(3.023 Aufzeichnungen kanadischer Holsteins aus 52 Herden von 126 Vatertieren wurden ausgewertet)  für die umweltbedingte Korrelation zwischen Milchleistung und dem Abgang aus der Herde auf Grund von Problemen mit den Gliedmaßen ergab sich ein Wert von -0,18
[WHITAKER et al., 2000] (Großbritannien)	(45.220 Kühe in 340 Herden, durchschnittlich 6.620 kg Milchleistung pro Kuh und Jahr)  kein Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Milchleistung und der Lahmheitsrate der Herden wurde gefunden
[AEBERHARD et al., 2001] (Schweiz)	(29 Paare von Hochleistungskühen (>45 kg Spitzenmilchleistung und korrespondierenden – den Herdendurchschnitt der selben Herde repräsentierenden ( $\pm 10\%$ ) – Durchschnittsleistungskühen aus 29 schweizer Betrieben; Laktationsleistung $10.882 \pm 323$ kg gegen $8.232 \pm 269$ kg)  keine signifikanten Unterschiede beim Auftreten von Klauenproblemen zwischen der Hochleistungs- und Durchschnittsleistungsgruppe (5 von 29 und 5 von 29 Tieren)
[HASKELL et al., 2006] (Großbritannien)	(2.724 Kühe aus 37 Farmen wurden bewertet)  das Milchleistungsniveau hatte keinen Einfluss auf Lahmheiten oder Gliedmaßenverletzungen – mit Ausnahme von Knieschwellungen
[APPUHAMY et al., 2007] (USA)	(911 Laktationen von Holsteins aus experimentellen Herden in den USA wurden betrachtet getrennt für erste Laktationen=FL und spätere Laktationen=LL, 305 Tage Milchleistungen im Durchschnitt FL=10.257 kg, LL=11.889 kg)  das Auftreten von Lahmheiten über die gesamte Laktation und die Spitzenmilchleistung einer Kuh (FL=37,2 kg, LL=47,2 kg) waren nicht signifikant mit einander assoziiert (FL: Spitzenmilchleistung 32,9 kg ohne Auftreten von Lahmheiten, 32,7 kg Lahmheit in der Laktation, $p=0,071$ ; LL: Spitzenmilchleistung 38,6 kg ohne Auftreten von Lahmheiten, 40,7 kg Lahmheit in der Laktation, $p=0,551$ )

### 2.3.5. Bewegungsapparat

Quelle	Einfluss Bewegungsapparat
[PEDERNERA et al., 2008] (Australien)	(2 Gruppen von australischen Holsteins: niedriger leistende Kühe (circa 6.000 l Milch pro Laktation → restriktive Fütterung) und höher leistende Tiere (rund 9.000 l pro Laktation)) beide Gruppen hatten in der vorherigen Laktation annähernd die gleichen Leistungen (knapp 6000l) keine signifikanten ( $p > 0,05$ ) Unterschiede bezüglich des Auftretens von Lahmheiten zwischen den beiden Gruppen wurden gefunden
[SANDERS et al., 2009] (USA)	(4.915 Kühe mit 305 Tage Milchleistungen von -3.057 kg bis +3.025 kg abweichend vom Herdendurchschnitt) ein Zusammenhang zwischen Milchleistung und der Empfänglichkeit für Lahmheiten wurde nicht gefunden

In Tabelle 30 sind Heritabilitäten von Milchleistungscharakteristika und zur Klauengesundheit verschiedener Autoren aufgelistet.

Tabelle 30: Heritabilitäten zu Milchleistung und Klauengesundheit einiger Autoren

Quelle	$h^2$ (SD)	
	Klauengesundheit	Milchleistung
[LYONS et al., 1991] (USA)	0,08 ( $\pm 0,04$ )	
[URIBE et al., 1995] (Kanada)	0,146 ( $\pm 0,011$ )	0,17 ( $\pm 0,057$ )
[BOETTCHER et al., 1998] (USA)	0,096 ( $\pm 0,036$ )	
[VANDORP et al., 1998] (Kanada)	0,16	0,260
[VANDORP et al., 2004] (Kanada)	0,05-0,07	0,100
[ZWALD et al., 2004] (USA)	0,04 ( $\pm 0,01$ )	0,17 ( $\pm 0,03$ )
[KÖNIG et al., 2005] (Deutschland)	0,073-0,115	0,277 ( $\pm 0,031$ )
[HARDER et al., 2006] (Deutschland)	0,04 ( $\pm 0,02$ ) bis 0,07 ( $\pm 0,04$ )	
[KÖNIG et al., 2008] (Deutschland)	0,049-0,089	0,155-0,181

### 2.4. Nutzungsdauer, Abgangsursachen

Die Abgangsrate lag im Jahr 2011 in Deutschland bei 36,2 %. Dabei 21 % der Abgänge auf Sterilität der Kühe zurückzuführen. Wegen Euterproblemen wurden 14 % aus den Herden selektiert. Wegen Klauen- und Gliedmaßenproblemen waren es 11 %. Durchschnittlich waren die Milchkühe 2011 4,6 Jahre alt. Mit im Schnitt 5,4 Jahren wurde eine Milchkuh aus der Herde aussortiert. Das Alter war im Jahr 2011 nur zu 3,5 % Ursache für den Abgang eine Kuh aus der Herde [ADR, 2012].

Die durchschnittliche Inzidenz, aus der Herde auszuschneiden, lag bei 21,9%. Durchschnittlich geschah dies 201 Tage nach der letzten Abkalbung. Bei Anstieg der Milchleistung am Testtag um eine Standardabweichung ( $29,3 \pm 7,5$  kg) sank das Risiko, aus der Herde abzugehen, um 30% (Odds Ratio 0,7,  $p < 0,01$ ) [HEUER et al., 1999]. Die Remontierungsrate betrug für Erstkalbinnen 13,3%, für pluripare Kühe 31,2% [ERB et al., 1985]. Auch hier war steigende Milchleistung negativ korreliert mit der Abgangswahrscheinlichkeit. Weiterhin waren vor allem Fruchtbarkeitsprobleme und Mastitiden positiv mit Abgängen aus der Herde assoziiert. Ein signifikanter ( $p < 0,001$ ) Zusammenhang zwischen Milchleistung und Abgang aus der Herde wurde von HEUER et al. (1999) berechnet (Odds Ratio 0,4). ERB et al. (1985) fanden ebenfalls eine negative Beziehung zwischen der Milchleistung und dem Herdenabgang. Diese Ergebnisse stützen die Annahme einer „Culling Bias“ einiger Autoren, da höhere Milchleistung einen wirksamen Schutz gegen den Abgang aus der Herde darzustellen scheint.

Etwa 90% der Variabilität in der Nutzungsdauer ist umweltbedingt [BRADE, 2005]. Das mittlere Abgangsalter der Kühe war mit steigender Leistungsniveau tendenziell niedriger. Ein klarer Effekt der Betriebsgröße auf das Abgangsalter war nicht gegeben [BRADE, 2005]. Die Rate der Fruchtbarkeitsprobleme als Abgangsursache ist in den Jahren 1985 bis 2004 leicht gefallen. Sie ist dennoch sehr hoch. Veröffentlichte Werte aus den USA und Westeuropa bestätigen, dass Fruchtbarkeit und Eutergesundheit das Hauptaufgabengebiet von Tierärzten darstellt, die Milchkuhherden mit hohen Einzeltierleistungen betreuen [BRADE, 2005].

Schweregeburten hatten einen signifikanten Einfluss bei pluriparen Kühen auf ihren Abgang aus der Herde (Odds Ratio 3,7;  $p \leq 0,05$ ) [ERB et al., 1985].

Das Auftreten von Ovarialzysten beeinflusste den Abgang aus der Herde nicht signifikant [LAPORTE et al., 1994].

## 3. Material und Methoden

### 3.1. Material

Im Rahmen der Herdenbetreuung der Klinik für Klautiere der Freien Universität Berlin wurden in der Zeit vom 18.10.1995 bis zum 31.12.2010 489 Betriebe besucht, beprobt und die gewonnenen Daten mittels einer Datenbank archiviert.

Die Zahl der Besuche pro Herde reicht von einem bis zu 15 Besuchen. Insgesamt kamen so 743 Betriebsbesuche zusammen. Pro Besuch wurden vier bis sechs Gruppen untersucht und beprobt. Die Datenbank enthält insgesamt 3925 untersuchte Gruppen. Die untersuchten Gruppen, ausgewählt nach bestimmten Laktationsstadien, enthielten im Median zehn Tiere. Ausgewählt wurden äußerlich klinisch gesunde Kühe.

Die Betriebe lagen in Sachsen-Anhalt (n=174), Brandenburg (n=69), Sachsen (n=50), Mecklenburg-Vorpommern (n=38), Thüringen (n=17) und Niedersachsen (n=3). 392 Besuchen kann kein Bundesland zugeordnet werden.

Es wurden Anamnesedaten in Form eines Fragebogens erhoben. Dieser erfragte Herdendaten und Vorhandensein verschiedener Probleme der Herden. Einen Überblick über die bei den Besuchen gewonnenen Anamnesedaten geben die Tabellen 31 und 33 wieder.

Es wurden bei den Besuchen weiterhin Blut-, Harn- sowie Haarproben genommen. Futterproben wurden genommen und analysiert. Ebenfalls gemessen wurde die Rückenfettdicke, welche aber ebenso wie die gewonnenen Labordaten in dieser Arbeit unbeachtet bleiben werden.

#### 3.1.1. Anamnesedaten

Einen statistischen Überblick über die bei den besuchten Betrieben gewonnenen Daten gibt Tabelle 31 wieder.

### 3.1.1. Anamnesedaten

Tabelle 31: Statistik über die verarbeiteten intervallskalierten Variablen

	Gültige N	Mittel	SD	Perzentile			Min.	Max.
				25	Median	75		
HG	678	577	460,0	295	420	750	70	3.100
MM (kg)	679	8.622	1.283,2	7.900	8.650	9.500	4.100	12.000
MF (%)	628	4,09	0,229	3,98	4,10	4,22	3,13	4,90
MFkg (kg)	623	355	45,0	326	357	382	164	474
MP (%)	630	3,43	0,132	3,35	3,42	3,50	3,12	4,55
MPkg (kg)	625	298	39,5	274	300	323	139	407
ZZ (1000/ml)	617	253	69,3	200	250	300	100	593
RZ (d)	484	82	12,4	74	81	88	40	157
ZTZ (d)	500	129	19,3	118	128	139	86	241
ZKZ (d)	560	407	20,2	396	406	416	360	562
BI	590	2,3	0,49	2,0	2,2	2,6	1,3	4,4
BI Färsen	276	1,6	0,37	1,4	1,6	1,8	1,0	3,7
EBA (Monate)	477	16	1,8	15	16	17	12	23
EKA (Monate)	548	26	1,8	25	26	28	22	35
RR (%)	574	36	6,2	30	35	40	15	55

HG=Herdengröße, MM=Milchleistung 305d, MF=Milchfett, MFkg=Milchfettkilogramm 305d, MP=Milchprotein, MPkg=Milchproteinkilogramm 305d, Zellzahl, RZ=Rastzeit, ZTZ=Zwischentragezeit, ZKZ=Zwischenkalbezeit, BI=Besamungsindex, EBA=Erstbesamungsalter, EKA=Erstkalbealter, RR=Remontierungsrate

Keine der in Tabelle 31 aufgeführten kontinuierlichen Variablen entspricht nach dem Shapiro-Wilk-Test und dem Kolmogorov-Smirnov-Test einer Normalverteilung. Viele für diese Betrachtung relevante statistische Verfahren jedoch setzen eine solche Verteilungsform voraus. So wurden weiterhin die jeweiligen Histogramme mit Normalverteilungskurven begutachtet (siehe Anhang) sowie das Verhältnis zwischen Mittelwerten und Medianen. Abhängig davon wurden die Variablen für die weiteren Berechnungen als normal beziehungsweise nicht normalverteilt angenommen (Tabelle 32).

### 3.1.1. Anamnesedaten

Tabelle 32: Zuordnung der Verteilungsform nach optischen Eindruck aus dem Histogramm

	Gültige N	$\Delta m/M$ (%)	Schiefe	Kurtosis	Verteilungsform (Annahme)
HG	678	27,2	2,168	6,102	nicht normalverteilt
MM (kg)	679	0,3	-0,247	0,076	normalverteilt
MF (%)	628	0,2	-0,254	1,461	normalverteilt
MFkg (kg)	623	0,6	-0,211	0,535	normalverteilt
MP (%)	630	0,3	2,609	17,334	normalverteilt
MPkg (kg)	625	0,7	-0,329	0,456	normalverteilt
ZZ (1000/ml)	617	1,2	0,986	2,002	normalverteilt
RZ (d)	484	1,2	1,220	6,332	normalverteilt
ZTZ (d)	500	0,8	1,221	4,396	normalverteilt
ZKZ (d)	560	0,2	2,169	11,230	normalverteilt
BI	590	4,3	0,934	1,385	normalverteilt
BI Färsen	276	0,0	1,766	6,594	normalverteilt
EBA (Monate)	477	0,0	0,787	1,079	normalverteilt
EKA (Monate)	548	0,0	0,749	1,000	normalverteilt
RR (%)	574	2,8	0,132	0,049	normalverteilt

HG=Herdengröße, MM=Milchleistung 305d, MF=Milchfett, MFkg=Milchfettkilogramm 305d, MP=Milchprotein, MPkg=Milchproteinkilogramm 305d, Zellzahl, RZ=Rastzeit, ZTZ=Zwischentragezeit, ZKZ=Zwischenkalbezeit, BI=Besamungsindex, EBA=Erstbesamungsalter, EKA=Erstkalbealter, RR=Remontierungsrate,  $\Delta m/M$  (%)= Differenz vom Mittelwert zum Median in Prozent

Zu den bei den Bestandsuntersuchungen aufgenommenen Anamnesedaten zählen weiterhin die Bestandsprobleme. Hier wurden bestimmte Störungen abgefragt, die jeweils mit ja, trifft zu oder nein, trifft nicht zu beantwortet werden konnten. Einen Überblick über die Störungen sowie die Verteilung der Antworten gibt Tabelle 33 wieder.

### 3.1.1. Anamnesedaten

Tabelle 33: Übersicht über die Angaben zu bestehenden Problemen in der Herde

Bestandsprobleme	N (gesamt)	ja (N absolut)	ja (N relativ)
Mastitis	594	334	56,2 %
Fertilitätsstörungen	647	485	75,0 %
Stillbrunst	636	147	23,1 %
schlechter Besamungserfolg	629	247	39,3 %
Ovarialzysten	634	147	23,2 %
Nachgeburtshaltung	652	309	47,4 %
Puerperalstörungen	641	167	26,1 %
Endometritis	641	241	37,6 %
Stoffwechselstörungen	566	359	63,4 %
Ketose	603	207	34,3 %
Gebärparese	605	229	37,9 %
Labmagenverlagerung	607	195	32,1 %
schlechte Klauengesundheit	626	435	69,5 %
Mortellaro	544	242	44,5 %
Klauensohlengeschwüre	544	198	36,4 %
Panaritium	544	92	16,9 %
andere Lahmheiten	544	90	16,5 %

N=Anzahl der Fälle

## 3.2. Methoden

### 3.2.1. Biostatistische Auswertung

Vom 18.10.1995 bis zum 31.12.2010 wurden in den besuchten Herden Blutproben, Harnproben sowie Haarproben genommen. Die beprobten Kühe wurden zufällig ausgewählt und nach Gruppen verschiedener Laktationsstadien in Fälle eingeteilt. Dabei enthielt ein Fall im Median 10 Tiere. Im weiteren Verlauf der Beschreibung der Ergebnisse ist mit dem Begriff Fall der Besuch mit den sich daraus ergebenden Daten gemeint. Mehrfache Besuche von Beständen liegen minimal sechs Monate beieinander. Daher werden auch diese Fälle im Weiteren als unabhängig angesehen. Der Datensatz beinhaltet folglich 743 unabhängige Fälle.

### 3.2.1. Biostatistische Auswertung

---

Zur Erfassung der Daten wurde OpenOffice 3.3 (Oracle [www.openoffice.org](http://www.openoffice.org)) und SPSS (IBM, Statistics Standard - Version 18 und 19) genutzt. Für die statistischen Test und die Erstellung von Diagrammen wurde ebenfalls SPSS (Versionen 18 und 19) genutzt.

Die verwendeten intervallskalierten Variablen wurden wie in Kapitel 3.1 beschrieben auf ihre Verteilung hin geprüft und in normalverteilt oder nicht normalverteilt eingeteilt (Tabellen 31 und 32).

Der U-Test nach Mann und Whitney zum Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben wird bei Konstellationen angewandt, in denen eine der Variablen dichotom ist und die andere Variable mindestens ordinalskaliert, jedoch nicht normalverteilt ist.

Der t-Test zum Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben wird bei Konstellationen angewandt, in denen eine der Variablen dichotom ist und die andere Variable intervallskaliert und normalverteilt ist.

Im Fall der Konstellation von Variablen bei denen zumindest eine der beiden nominal- oder ordinalskaliert ist und mehr als zwei Gruppen enthält, wird zum Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Stichproben auf Verteilung die einfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt. Für die Variable Jahr wurden zusätzlich Boxplott-Diagramme erzeugt und abgebildet.

Im Falle zweier intervallskalierter Variablen wird zunächst ein Streudiagramm erzeugt. In dieses wird nun eine Regressionsfunktion eingefügt. Dabei wird getestet welche der drei Modelle linear, quadratisch und kubisch die Punktwolke am ehesten beschreibt. Die Funktion mit der höchsten Korrelation ist im jeweiligen Diagramm eingezeichnet.

Anschließend wird für die Variablen aus den Streudiagrammen die Korrelationen berechnet. Korrelationskoeffizienten zwischen intervallskalierten und normalverteilten Variablen werden nach Pearson berechnet. Bei Korrelationen die sich als signifikant erweisen wird zusätzlich eine lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Bei Konstellationen, bei denen mindestens eine der beiden Variablen nicht normalverteilt ist, wird die Rangkorrelation nach Spearman berechnet. Die sich dabei ergebenden signifikanten Korrelationen werden danach ebenfalls der linearen Regressionsanalyse unterzogen.

Die multiple lineare Regression wird zusätzlich ausgeführt für die Variablen: Milchmengenleistung, Zellzahl, Rastzeit, Zwischentrage- sowie Zwischenkalbezeit, den Besamungsindex bei Kühen und bei Färsen, das Erstbesamungs- und Erstkalbealter sowie die Remontierungsrate. Dort werden die in Kapitel 4.5 aufgeführten Variablen als mögliche Faktoren einbezogen, um Scheinkorrelationen aufzudecken. Zusätzlich wird für jedes dort aufgeführte Variablenpaar die Korrelation nach Spearman angegeben.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Einfluss des Untersuchungszeitraumes

#### 4.1.1. Herdengröße

Die durchschnittliche Herdengröße in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum zeigt keinen klaren Trend (Abbildung 11). Während die medianen Werte für die Zahl der Tiere in den besuchten Herden von 1996 bis 2005 um einige Hundert alternieren, scheint seit 2006 ein stabiles Niveau um 500 bis 600 Tiere vorzuherrschen. Auffällig sind außerdem die vielen Ausreißer nach oben.

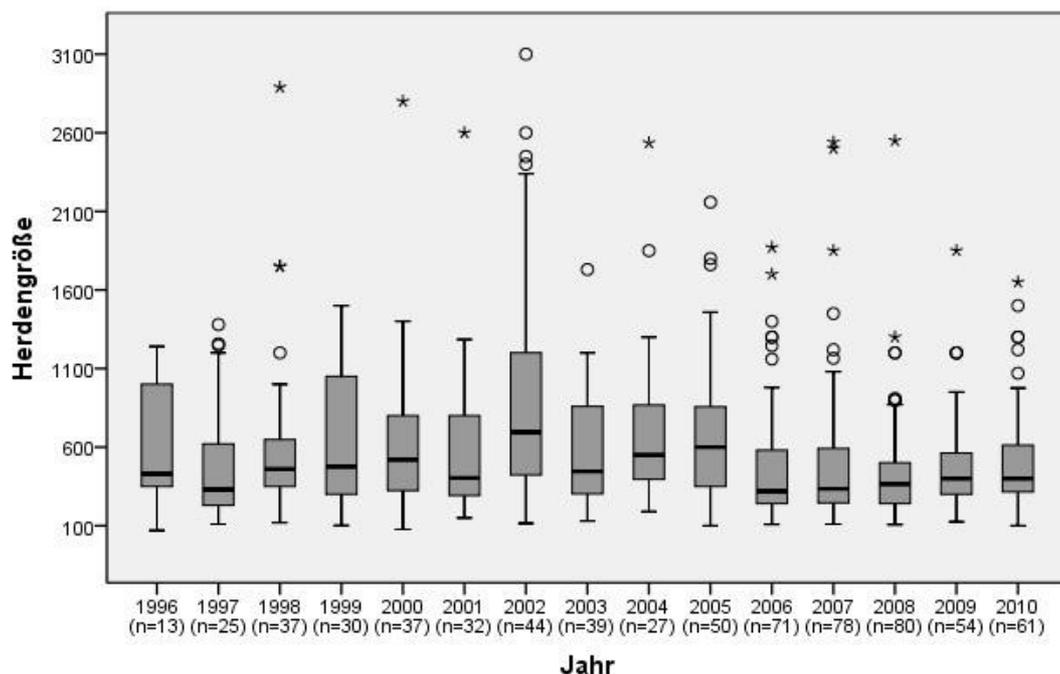


Abbildung 11: Entwicklung der Herdengröße in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=678; F=4,0\*\* (p<0,001))

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 11). Die durchschnittliche Herdengröße unterscheidet sich demnach nicht unerheblich in den verschiedenen Untersuchungs-jahren. Eine Richtung dieser Änderung lässt sich jedoch nicht beschreiben.

#### 4.1.2. Milchleistungsdaten

In Abbildung 12 ist deutlich ein Anstieg der durchschnittlichen Laktationsleistung mit steigender Jahreszahl zu erkennen. Dieser bewegt sich im Median zwischen Werten von gut 6.000

#### 4.1.2. Milchleistungsdaten

kg im Jahr 1996 hin zu knapp 10.000 kg im Jahr 2010. Diese Steigerung der Milchleistung spiegelt gut das tatsächliche Geschehen in Deutschland wider. Der Anstieg der Milchleistung ist vor allem in den Jahren 1996 bis 2002 auffällig. Anschließend flacht die Kurve des Medians der durchschnittlichen Laktationsleistung deutlich ab.

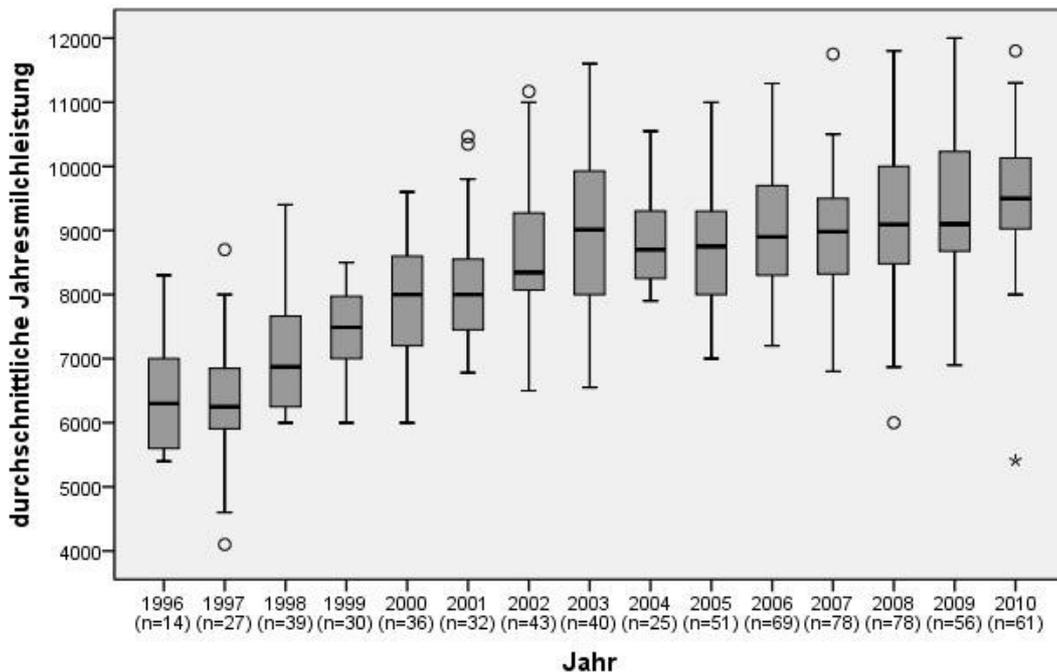


Abbildung 12: Entwicklung der Herdenmilchmengenleistung (305d in kg) in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=679; F=36,5\*\* (p<0,001))

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 12). Die durchschnittliche Milchleistung unterscheidet sich also merklich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Milchleistung sich über den gesamten Untersuchungszeitraum deutlich gesteigert hat.

Der durchschnittliche Milchfettgehalt ist wie in Abbildung 13 nachzuvollziehen im Median über den Untersuchungszeitraum beinahe stetig gesunken. Lag er 1996 noch bei etwa 4,5%, sind es im Jahr 2010 noch um die 4,0%. Vor allem in den Jahren 1996 bis 2000 ist dieser Abfall besonders deutlich. Anschließend ist der negative Trend schwächer.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 13). Der durchschnittliche Milchfettgehalte unterscheidet sich demnach deutlich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Eine merkliche Reduktion des Milchfettgehaltes über den gesamten Untersuchungszeitraum lässt sich feststellen.

#### 4.1.2. Milchleistungsdaten

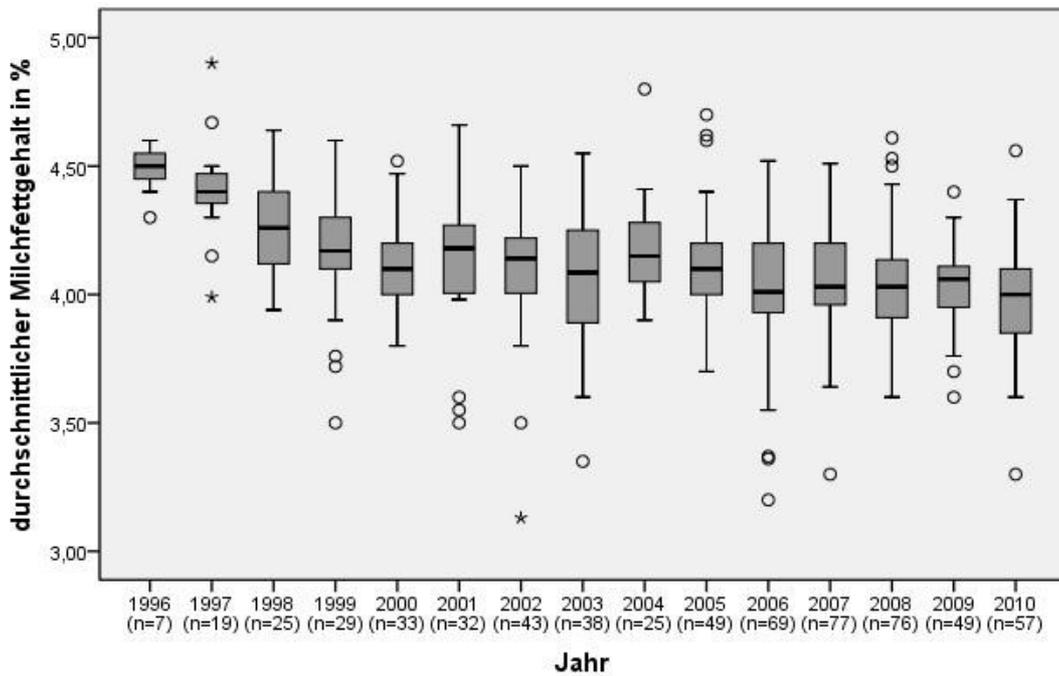


Abbildung 13: Entwicklung des durchschnittlichen Milchfettgehalts in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=628;  $F=9,4^{**}$  ( $p<0,001$ ))

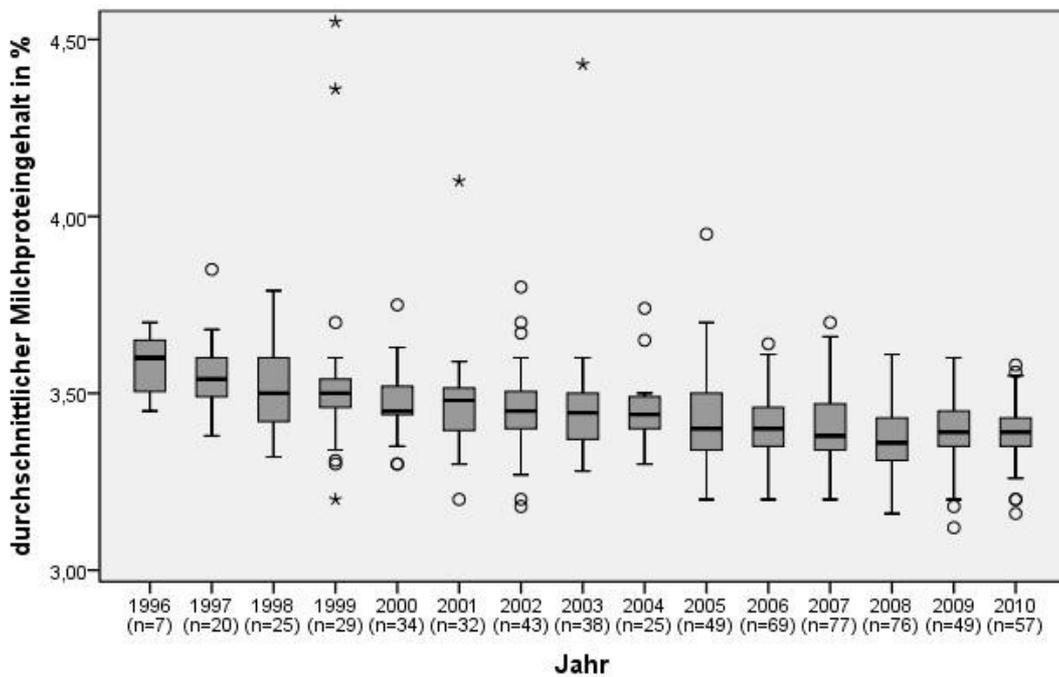


Abbildung 14: Entwicklung des durchschnittlichen Milchfettgehalts in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=630;  $F=8,2^{**}$  ( $p<0,001$ ))

#### 4.1.2. Milchleistungsdaten

Ein Abfall des Milchproteingehalts über den Untersuchungszeitraum ist ebenfalls deutlich zu erkennen (Abbildung 14), analog der Entwicklung des Milchfettgehalts (Abbildung 13), wenn auch dieser Abfall deutlich weniger ausgeprägt ist. Der Milchproteingehalt bewegt sich dabei im Median von über 3,5% auf unter 3,5%. Die Spannweite dieser Variablen ist damit geringer als die des Milchfettgehalts.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 13). Der durchschnittliche Milchproteingehalt unterscheidet sich somit nicht unwesentlich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Ein deutlicher Abfall des Milchproteingehalts über den Zeitraum der Untersuchungen ist nachweisbar.

Entsprechend der Entwicklung der bereits besprochenen Milchmengenleistung über die Zeit sind die Ergebnisse für die Milchfett- und Milchproteinkilogramm. Diese Variablen sind berechnet und ergeben sich aus dem Produkt der Jahresmilchmengenleistung und dem zugehörigen Milchfett- beziehungsweise Milchproteingehalt in Prozent durch 100.

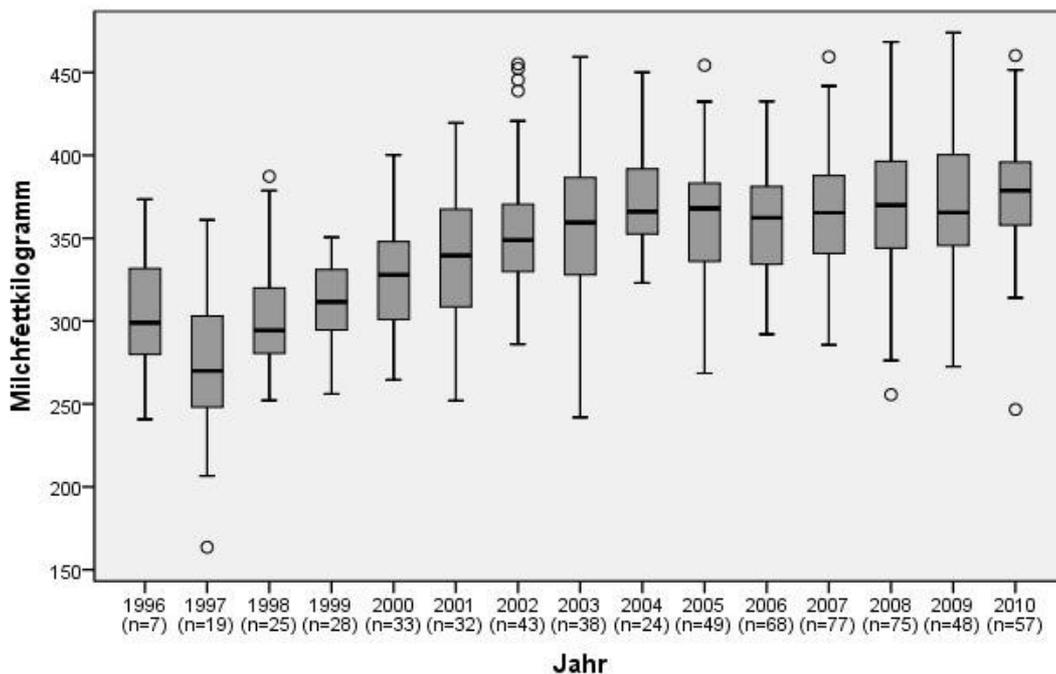


Abbildung 15: Entwicklung der durchschnittlichen Milchfettkilogramm (305d) in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=623;  $F=19,3^{**}$  ( $p<0,001$ ))

In beiden Diagrammen ist deutlich ein Anstieg des jeweiligen Ertrags von 1996 bis 2002 zu sehen, der anschließend merklich abflacht. Bei den Medianwerten der Milchfettkilogramm kann eine Zunahme von etwa 100 kg über den Zeitraum von 15 Jahren verzeichnet werden.

#### 4.1.2. Milchleistungsdaten

Ähnliches gilt für die Milchproteinkilogramm. Die Varianzanalysen sind für beide Variablen signifikant (Abbildungen 15 und 16). Die Zunahme der Milchfett- sowie der Milchproteinkilogramm sind demnach deutlich im Beobachtungszeitraum.

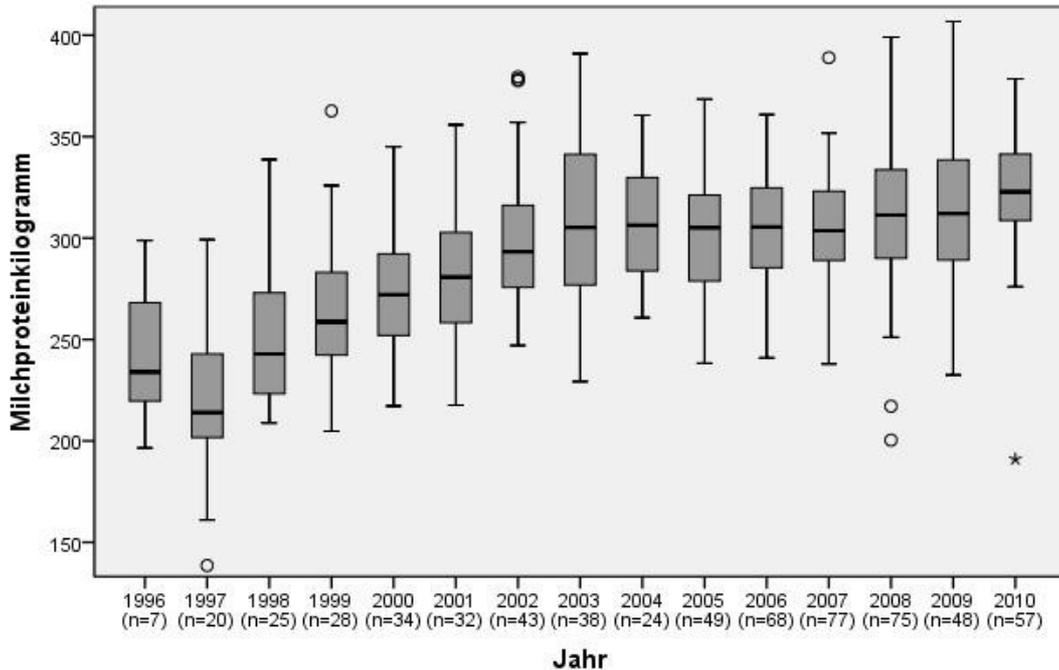


Abbildung 16: Entwicklung der durchschnittlichen Milchproteinkilogramm (305d) in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=625;  $F=22,3^{**}$  ( $p<0,001$ ))

#### 4.1.3. Zellzahlen

Für den medianen Zellzahlgehalt in der Tankmilch ist der Abbildung 17 kein klarer Trend zu entnehmen. Die medianen Werte alternieren im gesamten Untersuchungszeitraum zwischen 200.000 und 300.000 Zellen pro Milliliter Milch. Dabei halten sich diese Werte seit etwa 2004 auf stabilem Niveau von etwa 250.000 Zellen pro Milliliter.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 17). Der durchschnittliche Zellzahlgehalt der Milch unterscheidet sich demnach deutlich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Eine Richtung für diese Unterscheidung lässt sich nicht ausmachen.

### 4.1.3. Zellzahlen

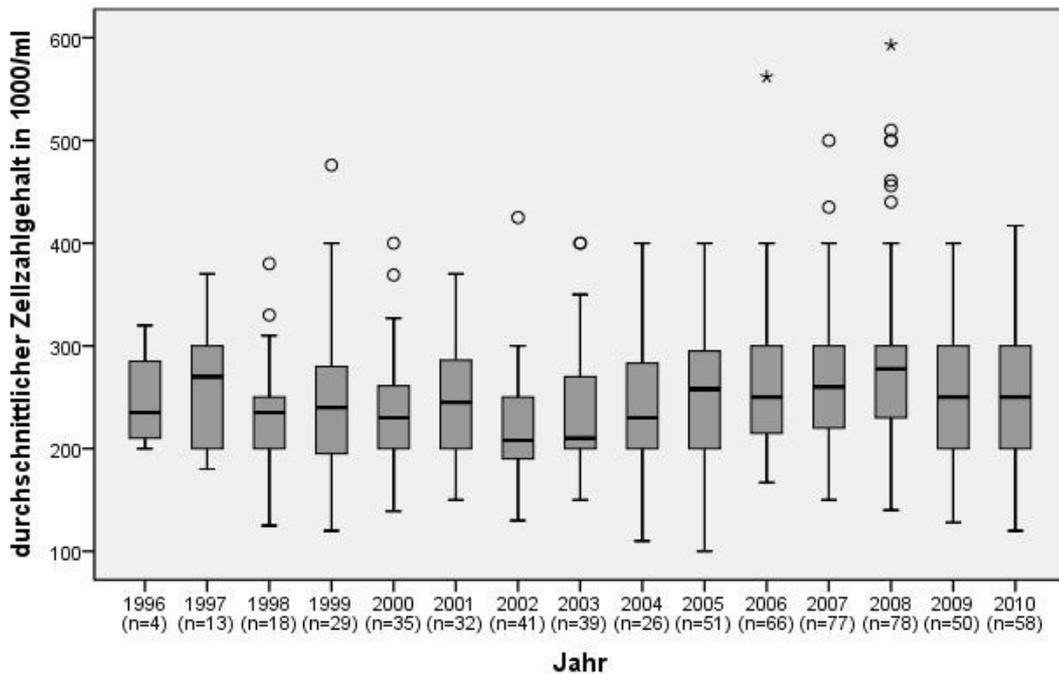


Abbildung 17: Entwicklung der durchschnittlichen Zellzahlgehalte der Tankmilch in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=617; F=2,6\*\* (p<0,001))

#### 4.1.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

Für den Untersuchungszeitraum vor 1998 sind für die Variable Rastzeit zu wenige gültige Werte vorhanden (n<4), so dass diese aus der Betrachtung des Zusammenhangs mit dem Untersuchungszeitraum ausgeschlossen werden.

Eine klare Richtung eines Zusammenhangs zwischen Untersuchungsjahr und der Rastzeit ergibt sich aus der Abbildung 18 nicht. Die medianen Werte schwanken während der gesamten Zeit um einen Wert von etwa 80 Tagen.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist nicht signifikant. Die Rastzeiten unterscheiden sich danach nur unwesentlich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Die Zeit hat also keinen Einfluss auf diese Fruchtbarkeitskennzahl.

#### 4.1.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

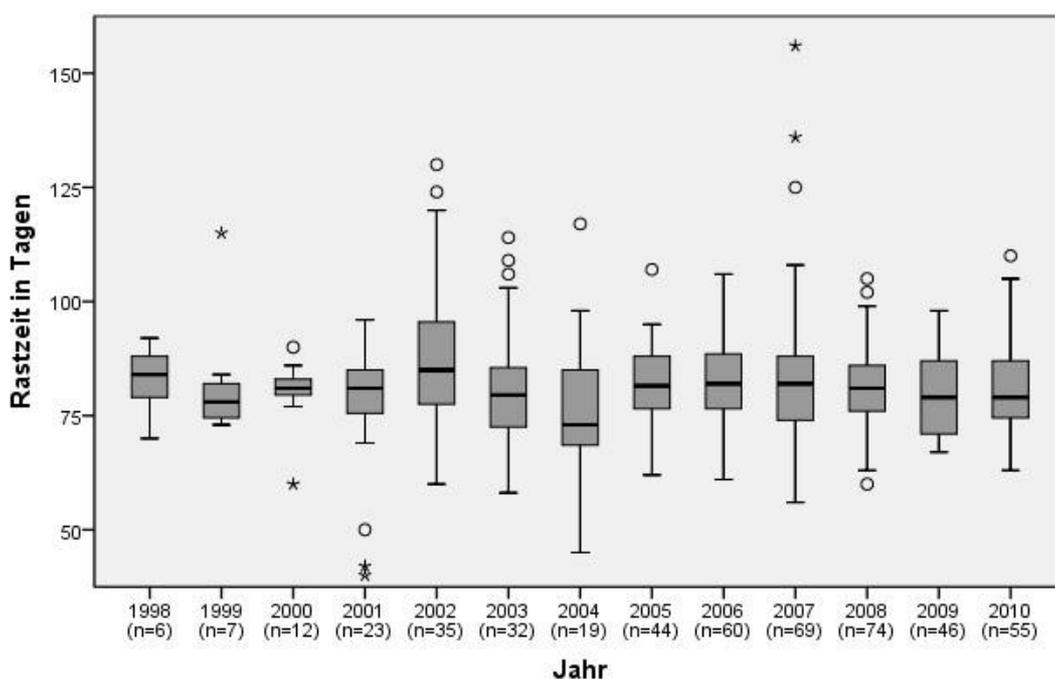


Abbildung 18: Entwicklung der Rastzeit in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=482; F=1,6 (p=0,095))

In der Abbildung 19 stellt sich im Median ein gut sichtbarer Anstieg der Zwischentragezeit mit zunehmendem Untersuchungsjahr dar. Dieser Anstieg ist besonders deutlich in den Jahren 1996 bis 2002. Von gut 100 Tagen in 1996 steigt die Zwischentragezeit auf über 120 Tage ab dem Jahr 2003. Anschließend verbleibt die Variable auf etwa diesem Niveau.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 19). Die Zwischentragezeit unterscheidet sich also merklich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Mit zunehmendem Jahr verlängert sich die Zwischentragezeit.

Entsprechend des engen Zusammenhangs mit der Zwischentragezeit ergibt sich auch für die Zwischenkalbezeit ein positiver linearer Zusammenhang (Abbildung 20). Wiederum ist dieser besonders deutlich in den Jahren von 1996 und 2002. Im Jahr 1996 liegt die Zwischenkalbezeit bei etwa 370 Tagen im Median. 2010 sind es um die 420 Tage.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist ebenfalls signifikant (Abbildung 20). Die Zwischenkalbezeit unterscheidet sich somit deutlich zwischen den verschiedenen Untersuchungsjahren. Im Laufe der Jahre wird die Zwischenkalbezeit länger.

#### 4.1.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

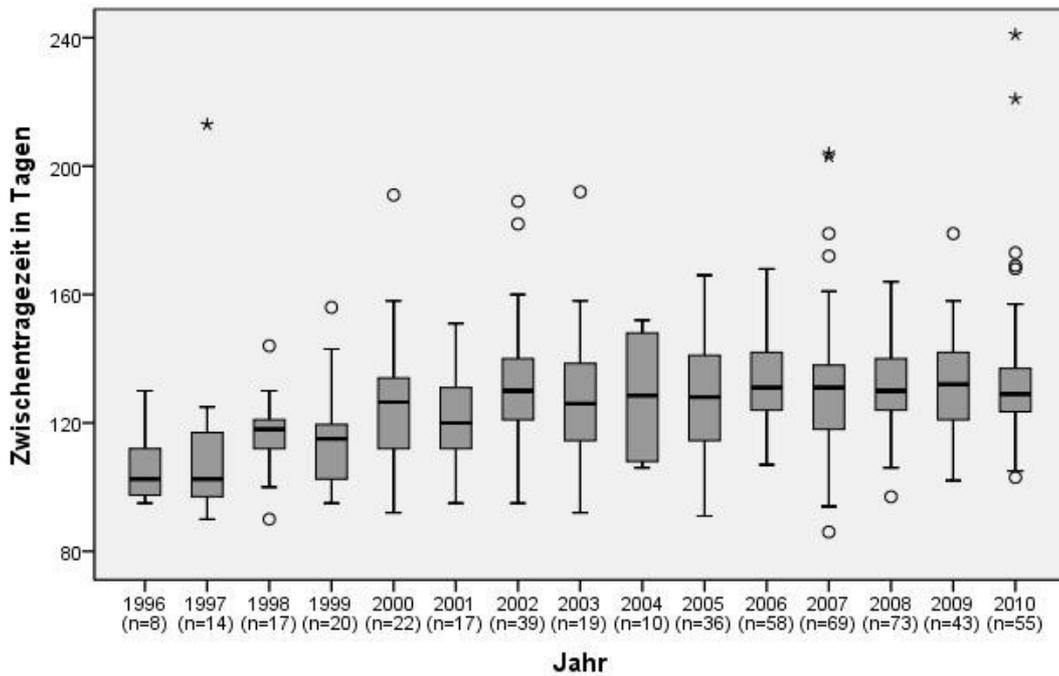


Abbildung 19: Entwicklung der Zwischentragezeit in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=500;  $F=4,1^{**}$  ( $p<0,001$ ))

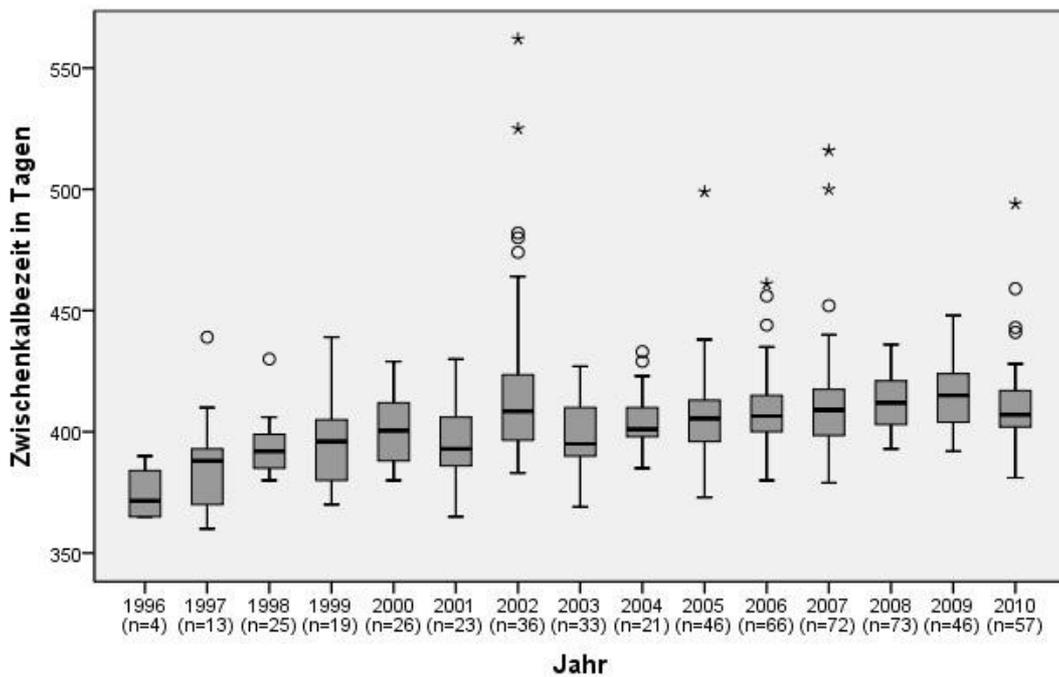


Abbildung 20: Entwicklung der Zwischenkalbezeit in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=560;  $F=7,2^{**}$  ( $p<0,001$ ))

#### 4.1.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

Deutlich ist in Abbildung 21 eine Zunahme der Besamungsversuche pro Trächtigkeit bei Kühen im Median über die Zeit zu erkennen. Dieser ist besonders ab dem Jahr 2002 auffällig. Zu Beginn im Jahr 1996 liegt der Besamungsindex unter 2,0. Im Jahr 2010 sind es um die 2,5 Versuche.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 21). Der Besamungsindex unterscheidet sich danach deutlich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Der Besamungsindex steigt mit zunehmendem Jahr.

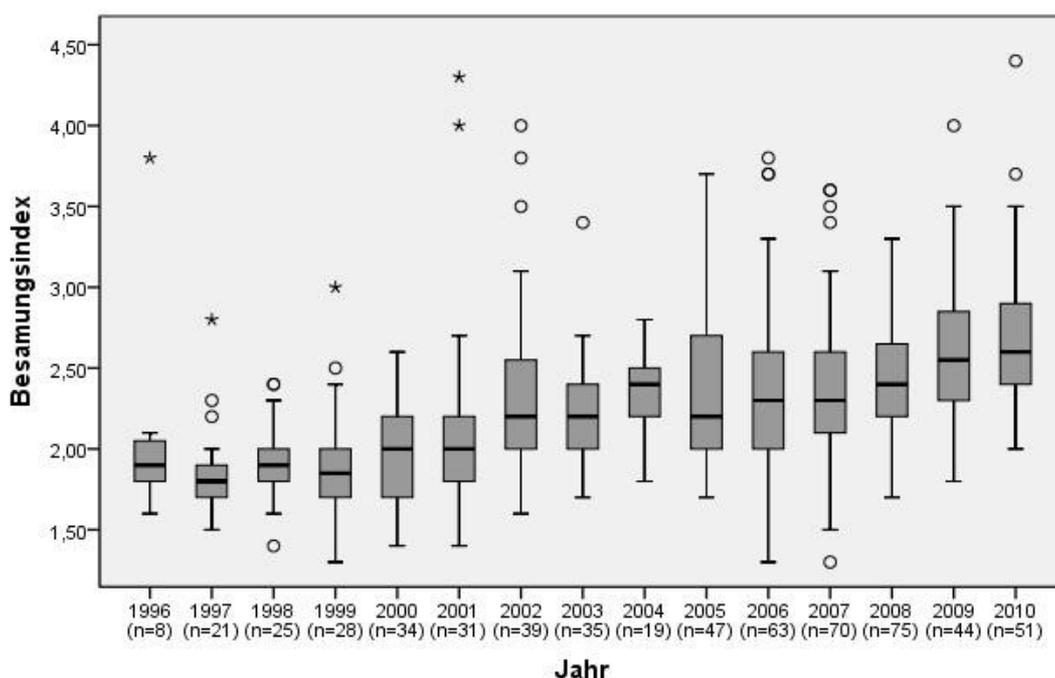


Abbildung 21: Entwicklung des Besamungsindex in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=590; F=12,2\*\* (p<0,001))

#### 4.1.5. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

Die Datenbank enthält erst ab dem Jahr 2006 Werte zu dieser Variablen, darum umfasst das Diagramm nur fünf Jahre. Einen sichtbaren Anstieg oder Abfall des Besamungsindex lässt Abbildung 22 nicht erkennen. Das Niveau der Variablen ist über den gesamten Zeitraum stabil. Dabei liegen die Werte im Median um 1,6.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist nicht signifikant (Abbildung 22). Die Besamungsindizes unterscheiden sich demnach nur unwesentlich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren.

#### 4.1.5. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

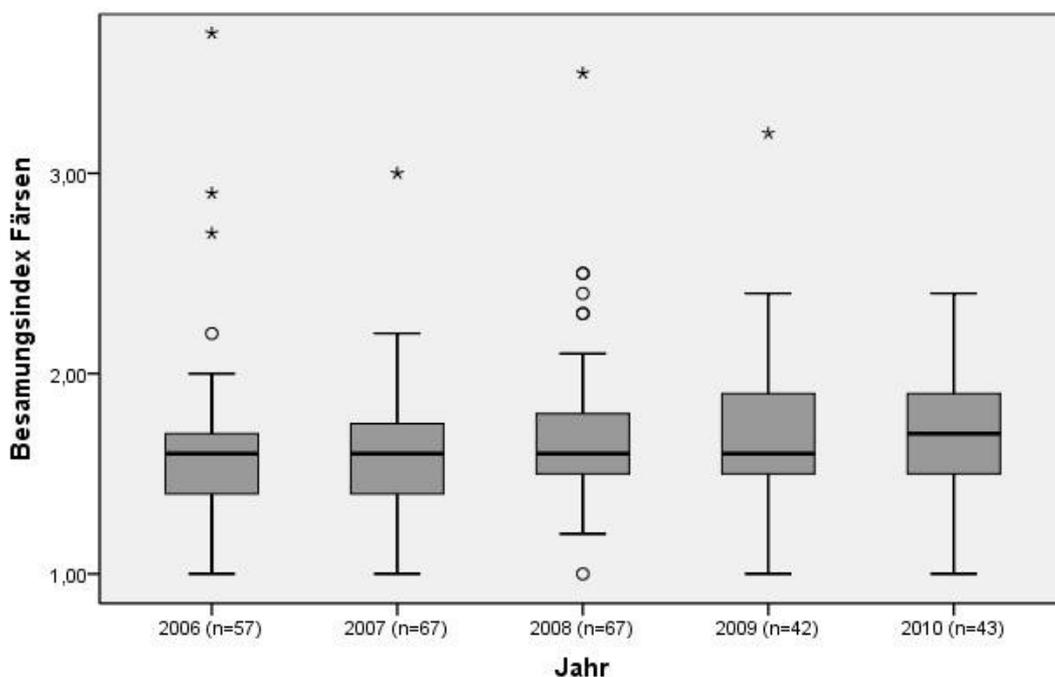


Abbildung 22: Entwicklung des Besamungsindex bei Färsen in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=276;  $F=0,7$  ( $p=0,569$ ))

Trotz im Median durchaus schwankender Werten lässt sich in der Abbildung 23 ein negativer Zusammenhang zwischen dem Jahr und dem Erstbesamungsalter erkennen. Bei zunächst Werten um 18 Monate zu Beginn der Aufzeichnungen sind es gegen Ende unter 16 Monate.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 23). Das Erstbesamungsalter unterscheidet sich danach nicht unwesentlich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Ein Trend hin zu früheren Besamungen zeichnet sich ab.

Auch in Abbildung 24 über das Erstkalbealter ist ein negativer Zusammenhang mit der Zeit zu erkennen. Um 1996 sind es im Median etwa 28 Monate, zu denen die erste Kalbung ansteht. 2010 sind es 26 Monate.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist auch hier signifikant (Abbildung 24). Das Erstkalbealter unterscheidet sich also deutlich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren. Färsen kalben heute jünger als vor 15 Jahren.

#### 4.1.5. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

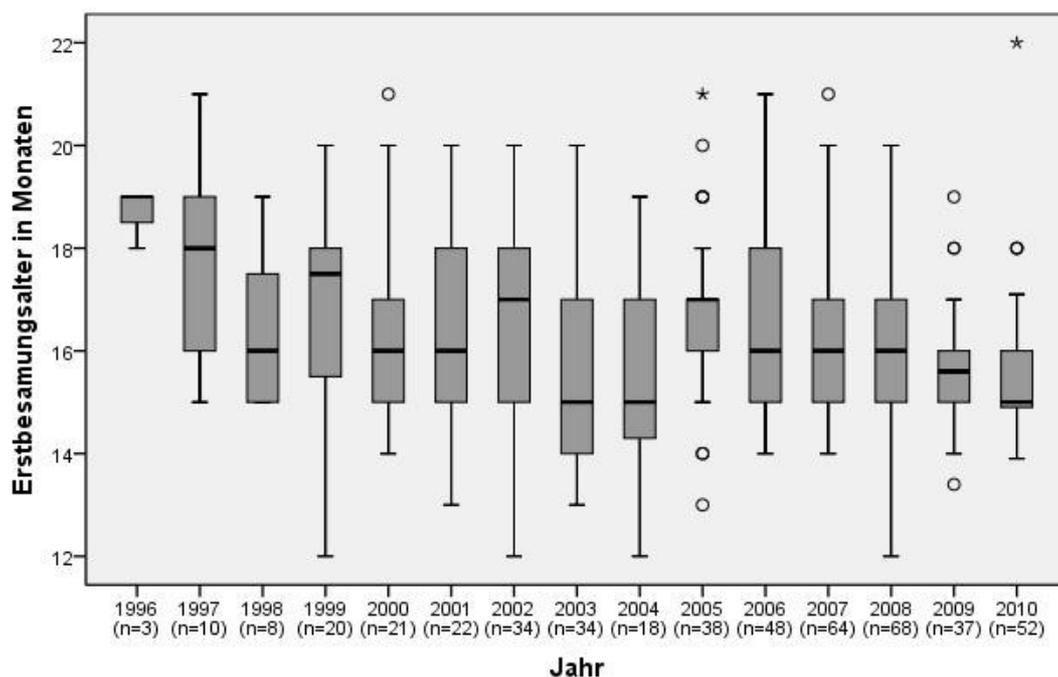


Abbildung 23: Entwicklung des Erstbesamungsalters in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=477;  $F=3,1^{**}$  ( $p<0,001$ ))

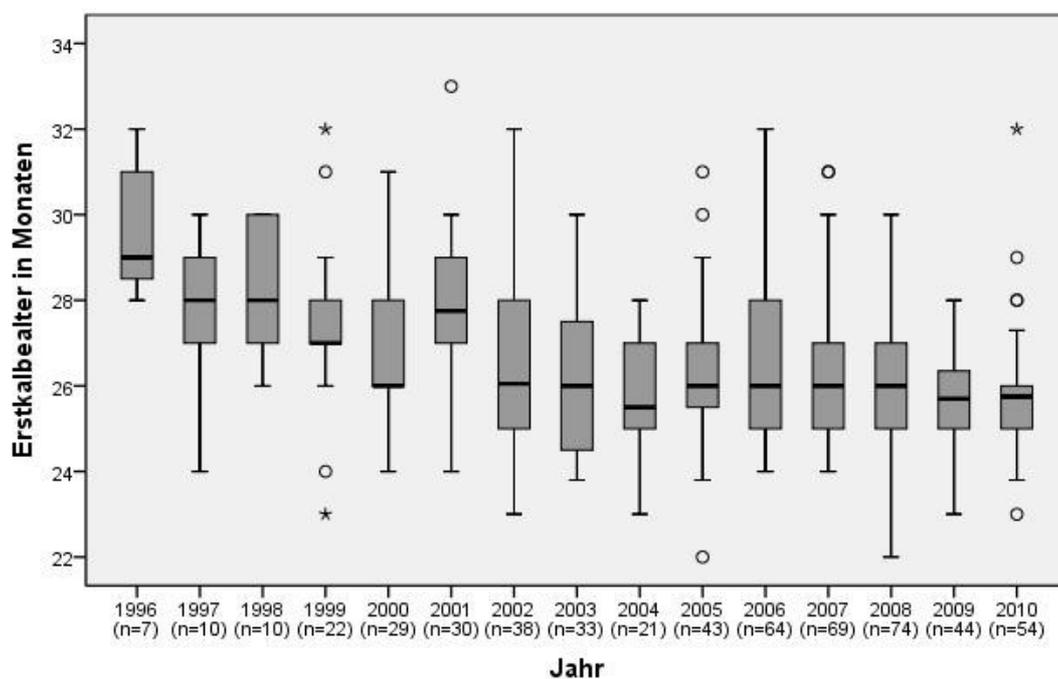


Abbildung 24: Entwicklung des Erstkalbealters in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=548;  $F=7,0^{**}$  ( $p<0,001$ ))

### 4.1.6. Remontierungsrate

Abbildung 25 zeigt eine deutliche Zunahme der Remontierungsrate in den Jahren 1996 bis 2003 von etwas über 30% auf über 35%. Nach 2003 zeigt sich die Entwicklung gegenläufig und steht in 2010 wieder unter 35%.

Die einfaktorielle Varianzanalyse ist signifikant (Abbildung 25). Die Remontierungsraten unterscheiden sich demnach merklich zwischen den einzelnen Untersuchungs Jahren.

Aufgrund des in Abbildung 25 eher U-förmigen und damit nicht linearen Zusammenhangs zwischen Remontierungsrate und Untersuchungs Jahr ist eine klare Richtung für diese Veränderung nicht auszumachen.

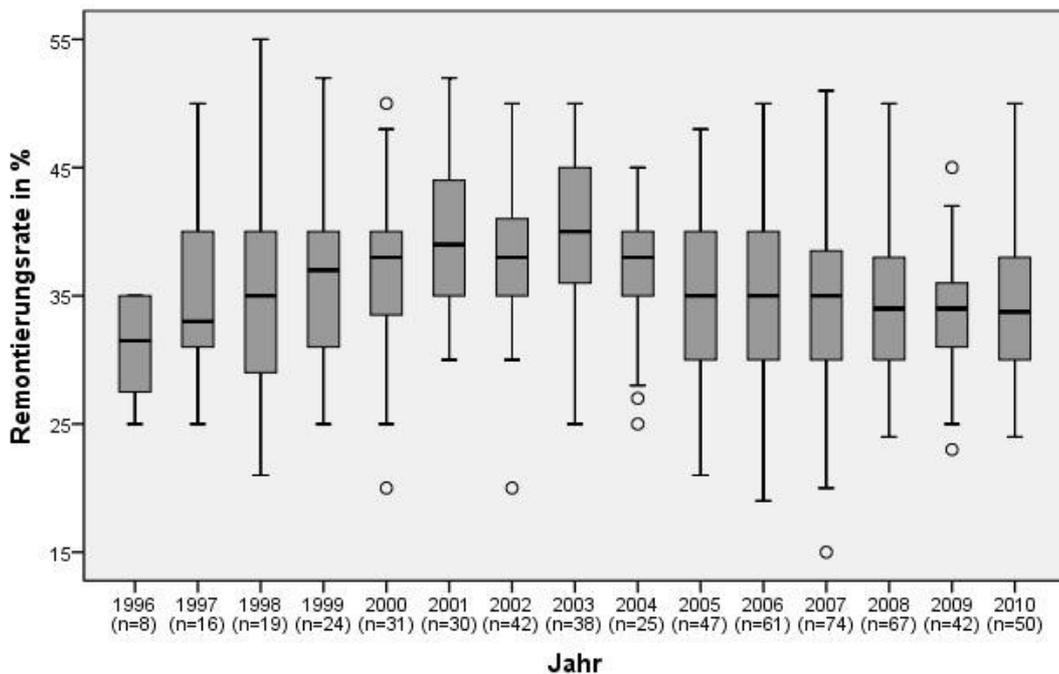


Abbildung 25: Entwicklung der Remontierungsrate in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes (n=574;  $F=4,4^{**}$  ( $p<0,001$ ))

### 4.2. Einfluss des Bundeslandes

Die untersuchte Datenbank enthält Einträge aus sechs verschiedenen Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland. Dabei beschränkt sich die Zahl der Besuche niedersächsischer Bestände auf nur drei. Deshalb werden diese Fälle für die weiteren Betrachtungen im Zusammenhang mit den Bundesländern ausgeschlossen.

### 4.2.1. Herdengröße

Zu insgesamt 339 Fällen liegt ein Wert für die Herdengröße und das Bundesland vor. Dabei beträgt die Herdengröße über alle Bundesländer im Median 371 Tiere. Die einzelnen Werte der Bundesländer finden sich in Tabelle 34 wieder.

Die Varianzanalyse bezüglich der Herdengröße und den Bundesländern ist signifikant ( $n=339$ ;  $F=8,869^{**}$ ;  $p<0,001$ ). Die Herdengrößen unterscheiden also deutlich zwischen den untersuchten Bundesländern.

Tabelle 34: Durchschnittliche Herdengrößen aufgliedert nach Bundesländern

Herdengröße	Anzahl Fälle	Median
Sachsen-Anhalt	171	307
Brandenburg	66	409
Mecklenburg-Vorpommern	38	398
Sachsen	48	524
Thüringen	16	215

### 4.2.2. Milchleistungsdaten

Die einzelnen Werte der Bundesländer gibt Tabelle 35 wieder.

Tabelle 35: Durchschnittliche Milchleistungsparameter aufgliedert nach Bundesländern

Bundesland		MM (kg)	MF (%)	MFkg (kg)	MP (%)	MPkg (kg)
Sachsen-Anhalt	Anzahl Fälle	169	162	161	162	161
	Median	8990	4,01	362	3,39	305
Brandenburg	Anzahl Fälle	65	61	59	61	59
	Median	9038	4,03	364	3,39	308
Mecklenburg-Vorpommern	Anzahl Fälle	38	37	37	37	37
	Median	9205	4,00	371	3,38	314
Sachsen	Anzahl Fälle	49	48	48	48	48
	Median	9688	4,14	393	3,40	323
Thüringen	Anzahl Fälle	16	15	15	15	15
	Median	9244	4,03	368	3,38	306

MM=durchschnittliche Herdenmilchleistung (305d), MF=durchschnittlicher Milchfettgehalt, MFkg=Milchfettkilogramm (305d), MP=durchschnittlicher Milchproteingehalt, MPkg=Milchprotein-kilogramm (305d)

## 4.2.2. Milchleistungsdaten

Für die Milchmenge können 337 Laktationsleistungen Bundesländern zugeordnet werden. Dabei beträgt diese im Median über alle Bundesländer 9.100 kg.

Bei dem Milchfettgehalt sind es wie auch für den Milchproteingehalt 323 Fälle, denen ein Bundesland zugeordnet werden kann. Im Median über alle Bundesländer beträgt der Milchfettgehalt 4,03%, der Milchproteingehalt 3,39%.

Im Falle der Milchfett- und Milchproteinkilogramm sind in 320 Fällen das Bundesland bekannt. Im Median über alle Bundesländer betragen das Milchfett 367 kg, das Milchprotein 310 kg.

Die Varianzanalysen der Milchleistungsparameter sind mit Ausnahme der des Milchproteingehalts signifikant (Tabelle 36). Damit ist eine deutliche Abhängigkeit vom Standort für diese Merkmale gegeben.

Tabelle 36: Varianzanalyse der Milchleistungsparameter über die Bundesländer

	MM (kg)	MF (%)	MFkg (kg)	MP (%)	MPkg (kg)
Anzahl Fälle	337	323	320	323	320
F	3,3*	3,1*	7,5**	1,5	4,4**
Signifikanzniveau	,012	,017	,000	,191	,002

MM=durchschnittliche Herdenmilchleistung (305d), MF=durchschnittlicher Milchfettgehalt, MFkg=Milchfettkilogramm (305d), MP=durchschnittlicher Milchproteingehalt, MPkg=Milchproteinkilogramm (305d)

## 4.2.3. Zellzahlen

Die durchschnittliche Zellzahl in der Milch einer Herde kann in 324 Fällen dem Bundesland zugeordnet werden. Dabei beträgt diese über alle Bundesländer im Median 252.000 Zellen pro Milliliter Milch. Die einzelnen Werte der Bundesländer finden sich in Tabelle 37 wieder.

Tabelle 37: Durchschnittliche Zellzahlen in der Tankmilch aufgliedert nach Bundesländern

Zellzahlen (1000/ml)	Anzahl Fälle	Median
Sachsen-Anhalt	166	276
Brandenburg	61	232
Mecklenburg-Vorpommern	36	248
Sachsen	46	253
Thüringen	15	228

### 4.2.3. Zellzahlen

Die Varianzanalyse bezüglich des Zellzahlgehalts in der Milch und der Bundesländern ist signifikant ( $n=324$ ;  $F=5,8^{**}$ ;  $p<0,001$ ). Der Zellzahlgehalt der Milch unterscheidet sich danach nicht unwesentlich zwischen den Bundesländern und ist damit ebenfalls standortabhängig.

### 4.2.4. Fruchtbarkeitskennzahlen

Der Rastzeit kann in 302 Fällen ein entsprechendes Bundesland zugeordnet werden. Dabei beträgt diese im Median über alle Bundesländer 81 Tage.

Bei den Zwischentragezeiten sind es 294 Fälle mit Zuordnung zum Bundesland. Im Median beträgt diese 131 Tage. 310 Fälle mit Zuordnung zum Bundesland sind es für die Zwischenkalbezeit. Im Median mit Werten von 409 Tagen.

Der Besamungsindex hat in 299 Fällen eine Zuordnung zum Bundesland. Dabei beträgt er über alle untersuchten Bundesländer hinweg im Median 2,44.

Die einzelnen Werte der Bundesländer finden sich in Tabelle 38 wieder.

Tabelle 38: Durchschnittliche Fruchtbarkeitskennzahlen aufgegliedert nach Bundesländern

Bundesland		RZ	ZTZ	ZKZ	BI
Sachsen-Anhalt	Anzahl Fälle	153	150	156	152
	Median	83	133	410	2,41
Brandenburg	Anzahl Fälle	59	58	60	58
	Median	80	127	405	2,19
Mecklenburg-Vorpommern	Anzahl Fälle	29	25	33	29
	Median	81	126	410	2,55
Sachsen	Anzahl Fälle	47	47	47	45
	Median	81	134	411	2,55
Thüringen	Anzahl Fälle	14	14	14	15
	Median	71	132	412	2,70

RZ=Rastzeit in Tagen, ZTZ=Zwischentragezeit in Tagen, ZKZ=Zwischenkalbezeit in Tagen, BI=Besamungsindex

Mit Ausnahme der Zwischenkalbezeit sind die Varianzanalysen über die Fruchtbarkeitskennzahlen und die Bundesländer signifikant (Tabelle 39). Ein Einfluss des Bundeslandes oder aber auch des Betriebsstandortes ist damit nicht unerheblich für diese Fruchtbarkeitskennzahlen.

#### 4.2.4. Fruchtbarkeitskennzahlen

Tabelle 39: Varianzanalyse der Fruchtbarkeitskennzahlen bei Kühen über die Bundesländer

	RZ	ZTZ	ZKZ	BI
Anzahl Fälle	302	294	310	299
F	3,5**	4,4**	0,9	5,7**
Signifikanzniveau	,008	,002	,451	,000

RZ=Rastzeit in Tagen, ZTZ=Zwischentragezeit in Tagen, ZKZ=Zwischenkalbezeit in Tagen, BI=Besamungsindex

#### 4.2.5. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

Der Besamungsindex bei Färsen kann in 273 Fällen dem entsprechenden Bundesland zugeordnet werden. Im Median beträgt dieser über alle Bundesländer hinweg 1,6.

Beim Erstbesamungsalter sind es 265 Fälle mit Zuordnung zum Bundesland mit einem Median von 16 Monaten.

301 Fälle lassen sich für das Erstkalbealter dem Bundesland zuordnen. Im Median beträgt dieses 26 Monate.

Die einzelnen Werte der Bundesländer finden sich in Tabelle 40 wieder.

Tabelle 40: Durchschnittliche Fruchtbarkeitskennzahlen bei Färsen aufgliedert nach Bundesländern

Bundesland		BI Färsen	EBA	EKA
Sachsen-Anhalt	Anzahl Fälle	139	133	152
	Median	1,69	16,5	26,4
Brandenburg	Anzahl Fälle	50	50	57
	Median	1,57	16,1	26,2
Mecklenburg-Vorpommern	Anzahl Fälle	25	27	33
	Median	1,64	15,4	25,5
Sachsen	Anzahl Fälle	44	43	45
	Median	1,59	15,8	25,8
Thüringen	Anzahl Fälle	15	12	14
	Median	1,73	14,9	25,4

BI=Besamungsindex Färsen, EBA= Erstbesamungsalter in Monaten, EKA=Erstkalbealter in Monaten

#### 4.2.5. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

Die Varianzanalyse des Besamungsindex für Färsen und die Bundesländer ist nicht signifikant und damit nicht wesentlich verschieden in den unterschiedlichen Bundesländern (Abbildung 41). Das Erstbesamungs- und Erstkalbealter dagegen ergeben zusammen mit dem Bundesland signifikante Werte. Sie unterscheiden sich also deutlich an den verschiedenen Standorten.

Tabelle 41: Varianzanalyse der Fruchtbarkeitskennzahlen bei Färsen über die Bundesländer

	BI Färsen	EBA	EKA
Anzahl Fälle	272	265	300
F	1,5	5,6**	4,3**
Signifikanzniveau	,214	,000	,002

BI=Besamungsindex Färsen, EBA= Erstbesamungsalter in Monaten, EKA=Erstkalbealter in Monaten

#### 4.2.6. Remontierungsrate

In insgesamt 291 Fällen lässt sich der Remontierungsrate ein Bundesland zuordnen. Dabei liegt im Median eine Rate von 34,6% über alle untersuchten Bundesländer hinweg vor. Die einzelnen Werte der Bundesländer finden sich in Tabelle 42 wieder.

Die Varianzanalyse bezüglich der Remontierungsrate und der Bundesländern ist nicht signifikant (n=291; F=2,1; p=0,078). Die Bundesländer unterscheiden sich demnach in diesem Punkt nicht wesentlich voneinander.

Tabelle 42: Durchschnittliche Remontierungsraten aufgedgliedert nach Bundesländern

Remontierungsrate (%)	Anzahl Fälle	Median
Sachsen-Anhalt	147	34,6
Brandenburg	55	34,5
Mecklenburg-Vorpommern	33	33,0
Sachsen	44	36,6
Thüringen	12	32,5

### 4.3. Einfluss der Herdengröße

#### 4.3.1. Milchleistungsdaten

Die Herdengröße und die Milchmengenleistung lassen im Streudiagramm keinen klaren Zusammenhang erwarten (Abbildung 26). Die kubische Regressionsfunktion im Streudiagramm ergibt die von den drei getesteten Modellen die höchste Korrelation. Diese ist dennoch so gering, dass sie nicht aussagekräftig ist.

Im Streudiagramm zwischen der Herdengröße und dem Milchfettgehalt ist der sichtbare Zusammenhang zwar größer als bei der Milchleistung, dennoch scheint er eher schwach (Abbildung 27). Auch hier ergibt die kubische Regressionsfunktion die besten Annäherung. Ab einer Herdengröße von über 2.500 Tieren scheint der Milchfettgehalt abzunehmen. Die gültigen Werte in dem Bereich sind jedoch gering in ihrer Zahl.

Für die Herdengröße und den Milchproteingehalt ist im Streudiagramm kein Zusammenhang zu erkennen (Abbildung 28). Die kubische Regressionsfunktion ergibt auch hier die höchste Korrelation, jedoch ist dieser Wert zu gering um relevant zu sein.

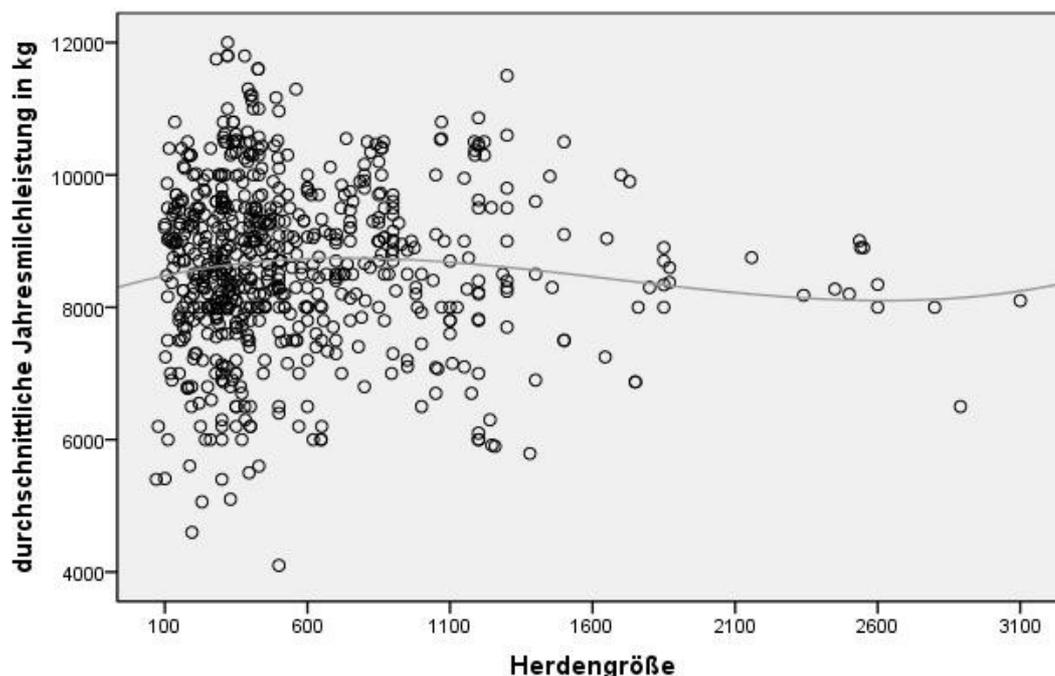


Abbildung 26: Zusammenhang zwischen der Herdenmilchleistung und der Herdengröße (n=663;  $R^2$  kubisch=0,007 (p=0,197))

### 4.3.1. Milchleistungsdaten

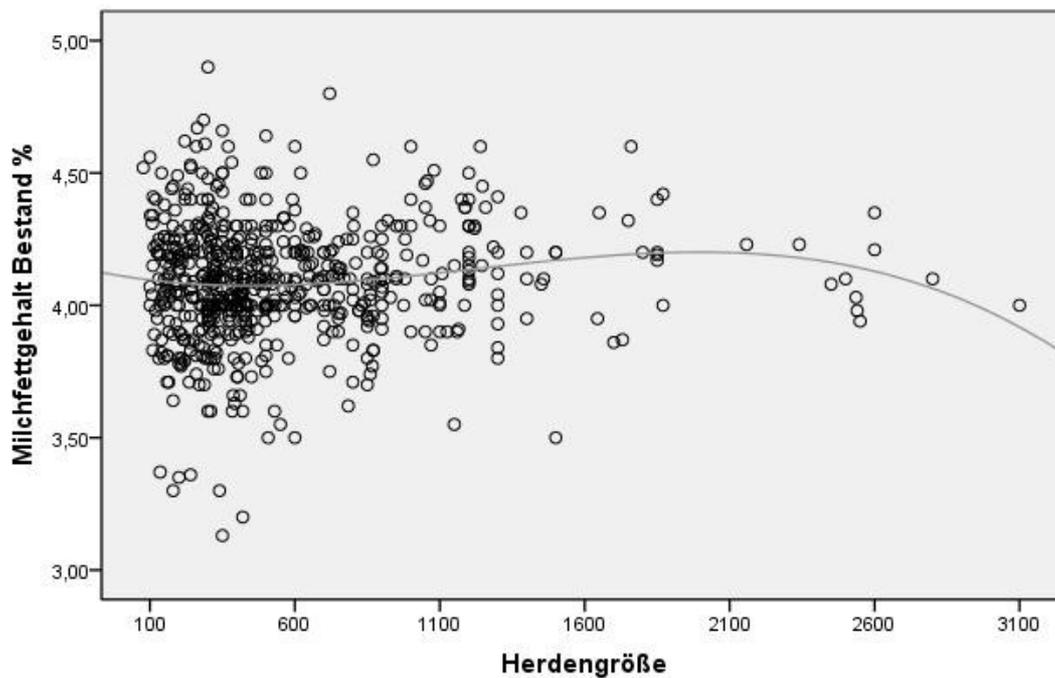


Abbildung 27: Zusammenhang zwischen dem Milchfettgehalt und der Herdengröße (n=620;  $R^2$  kubisch=0,013\* (p=0,040))

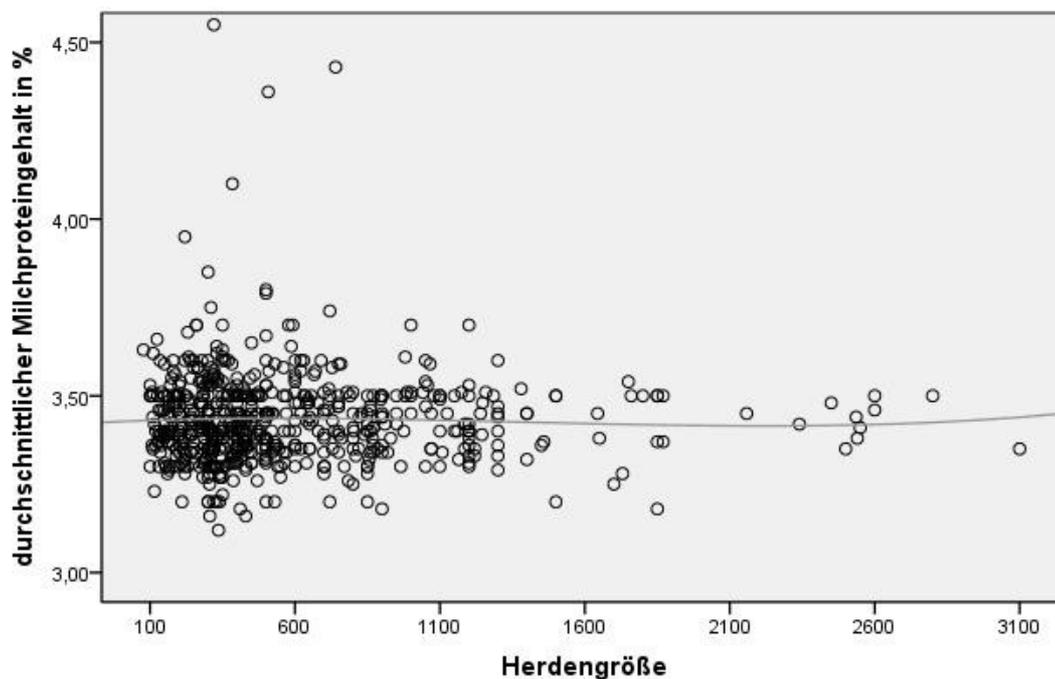


Abbildung 28: Zusammenhang zwischen dem Milchproteingehalt und der Herdengröße (n=622;  $R^2$  kubisch=8,299e-4 (p=0,916))

### 4.3.1. Milchleistungsdaten

Alle Milchleistungsparameter und die Herdengröße sind nach Spearman nur sehr schwach und nicht signifikant miteinander korreliert (Tabelle 43). Die Regressionsanalyse wird in diesem Fall nicht durchgeführt, da kein sinnvolles Ergebnis zu erwarten ist.

Die Herdengröße hat demnach keinen wesentlichen Einfluss auf die Milchmenge und ihre Zusammensetzung bezüglich Fett und Protein. Eine Abhängigkeit der Milchleistungsparameter von der Herdengröße ist damit nicht wahrscheinlich.

Tabelle 43: Korrelation nach Spearman zwischen der Herdengröße und verschiedenen Milchleistungsparametern

		MM	MF	MFkg	MP	MPkg
Herdengröße	Korrelation Spearman	0,011	0,057	0,025	0,005	-0,010
	Signifikanzniveau	,773	,154	,542	,910	,810
	Fallzahl	663	620	616	622	618

MM=durchschnittliche Herdenmilchleistung (305d), MF=durchschnittlicher Milchfettgehalt, MFkg=Milchfettkilogramm (305d), MP=durchschnittlicher Milchproteingehalt, MPkg=Milchprotein-kilogramm (305d)

### 4.3.2. Zellzahlen

Das Streudiagramm zwischen der Herdengröße und dem Zellzahlgehalt lässt einen leicht negativen Trend zwischen den beiden Variablen erahnen (Abbildung 29). Die kubische Regressionsfunktion liefert von den drei getesteten Modellen die beste Annäherung an die Punktwolke.

Nach Spearman sind die Herdengröße und der Milchzellzahlgehalt signifikant negativ miteinander korreliert (Tabelle 44). Die Korrelation ist schwach, dennoch haben größere Herden eine Tendenz, geringere Zellzahlgehalte in der Tankmilch zu haben.

Die lineare Regression liefert ebenfalls ein signifikantes Ergebnis (Tabelle 45). Es gibt einen signifikanten negativen linearen Zusammenhang zwischen der Herdengröße und dem Zellzahlgehalt der Milch, wenn dieser auch nur recht schwach ausgeprägt ist. 100 Kühe mehr in der Herde würden 2.000 Zellen pro Milliliter weniger in der Tankmilch bedeuten.

### 4.3.2.Zellzahlen

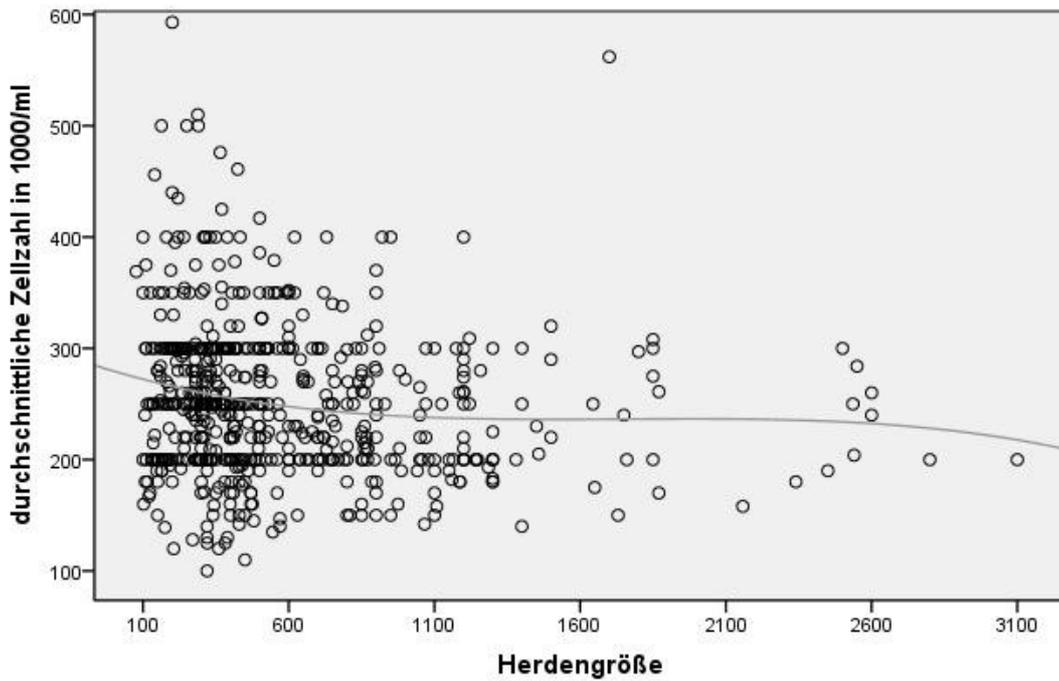


Abbildung 29: Zusammenhang zwischen dem Tankmilchzellzahlgehalt und der Herdengröße (n=611;  $R^2$  kubisch=0,024\*\* (p=0,002))

Tabelle 44: Korrelation nach Spearman zwischen der Herdengröße und dem Zellzahlgehalt der Tankmilch

		Zellzahlgehalt
Herdengröße	Korrelation Spearman	-0,146**
	Signifikanzniveau	,000
	Fallzahl	611

Tabelle 45: Regressionsanalyse zwischen der Herdengröße und dem Zellzahlgehalt der Milch

y		F	B	a
Zellzahlgehalt (n=611)		11,4**	-0,020**	264,8**
	p	,001	,001	,000

p=Signifikanzniveau, F=Wert der Varianzanalyse, Regressionsgleichung:  $y=B \cdot \text{Herdengröße} + a$

### 4.3.3. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

Ein klarer Zusammenhang zwischen Rastzeit und Herdengröße lässt sich aus Abbildung 30 nicht entnehmen. Die kubische Regressionsfunktion bietet die beste Annäherung an alle Punkte.

Für die Beziehung der Zwischentragezeit und der Herdengröße lässt sich aus Abbildung 31 keine eindeutige Aussage treffen. Auch hier ist es die kubische Funktion die diejenige, die höchste Korrelation ergibt. Insgesamt scheint die Zwischentragezeit mit steigender Herdengröße zunehmenden Charakter zu haben.

Für die Zwischenkalbezeit und Herdengröße lässt sich aus dem Streudiagramm keine klare Aussage treffen (Abbildung 32). Die kubische Regressionsfunktion ist auch hier das Modell mit der höchsten Korrelation.

Ähnliches gilt für die Abbildung über den Besamungsindex und die Herdengröße (Abbildung 33). Die Regressionsfunktion ändert ihre Höhe nicht sichtbar. So scheint keine Beziehung zwischen den beiden Variablen zu bestehen.

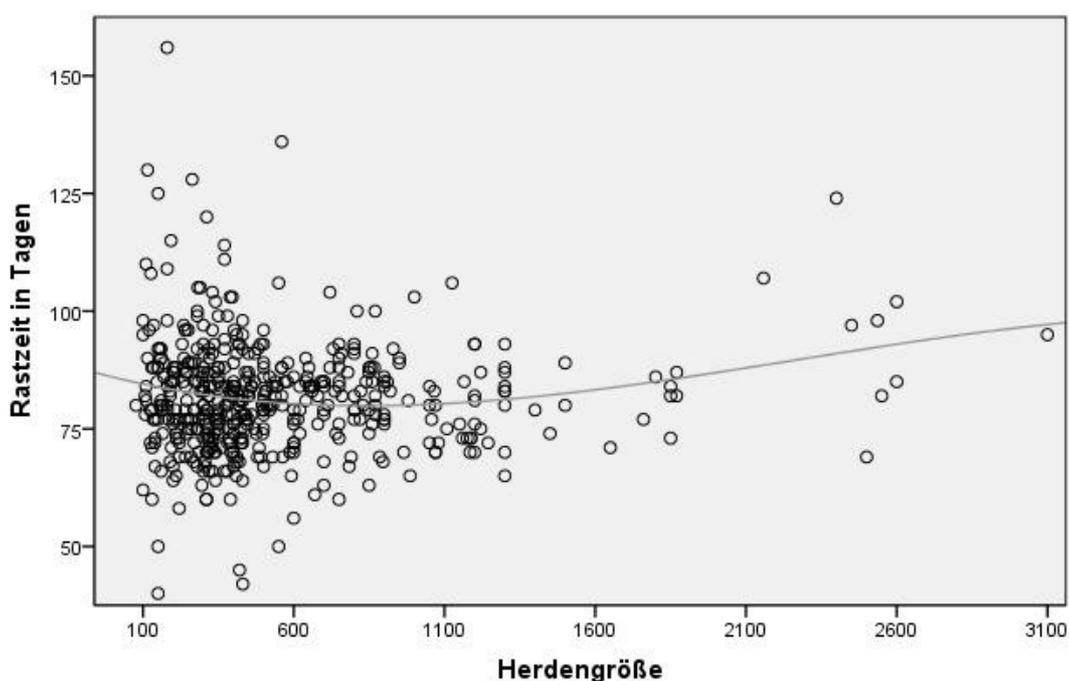


Abbildung 30: Zusammenhang zwischen der Rastzeit und der Herdengröße (n=481;  $R^2$  kubisch=0,023\*\* ( $p=0,006$ ))

### 4.3.3.Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

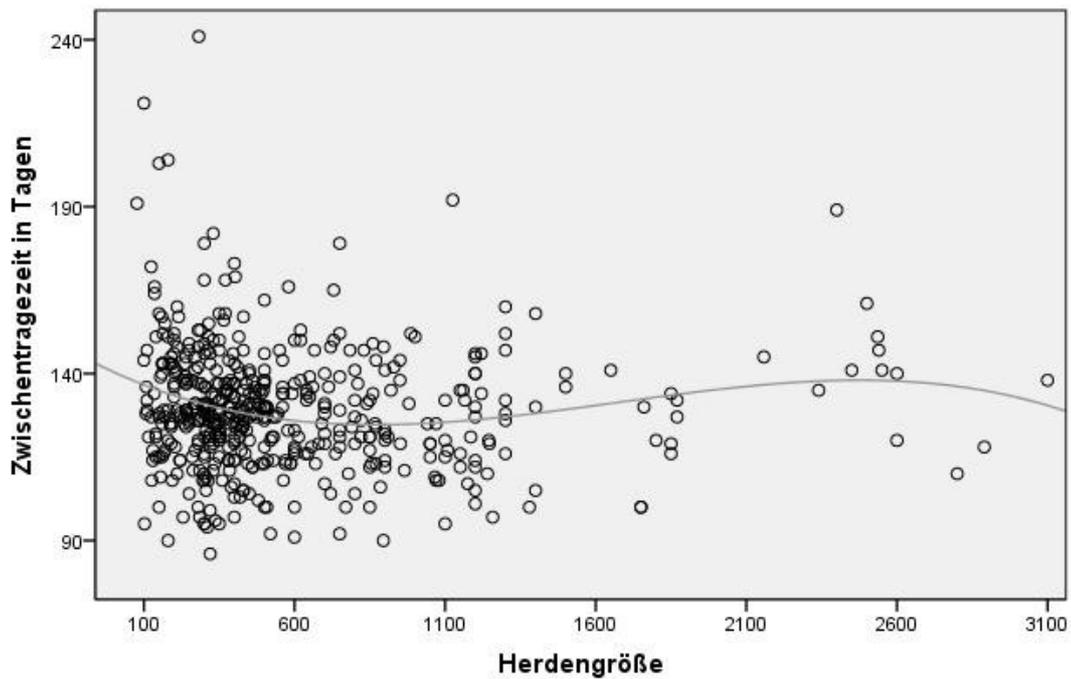


Abbildung 31: Zusammenhang zwischen der Zwischentragezeit und der Herdengröße (n=492;  $R^2$  kubisch=0,035\*\* (p<0,001))

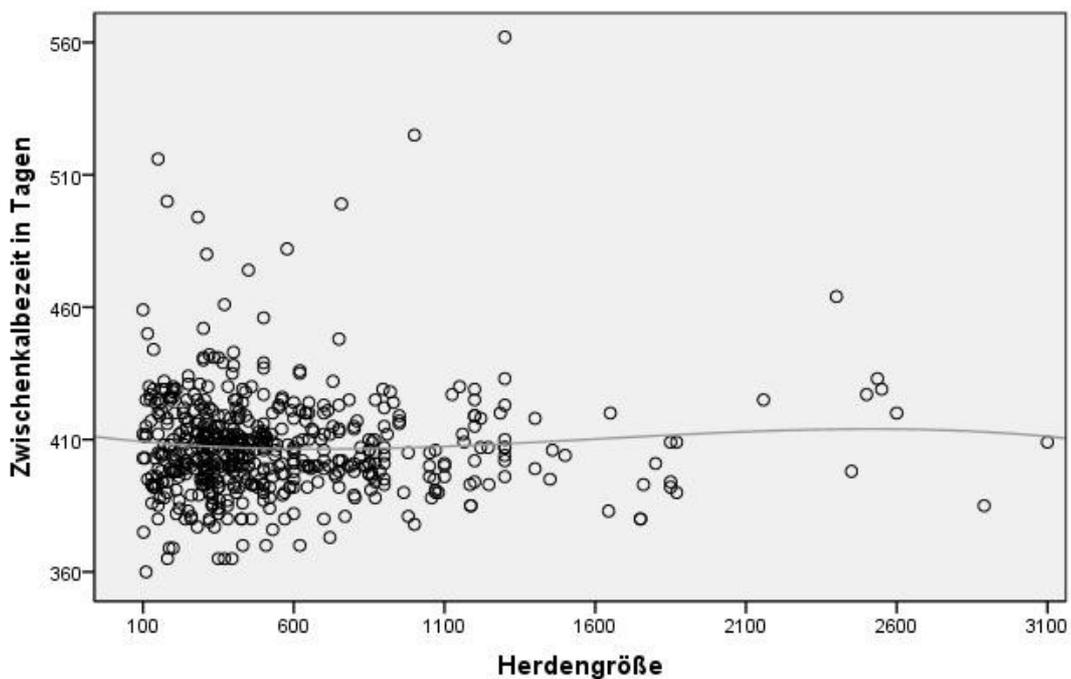


Abbildung 32: Zusammenhang zwischen der Zwischenkalbezeit und der Herdengröße (n=553;  $R^2$  kubisch=0,004 (p=0,574))

### 4.3.3.Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

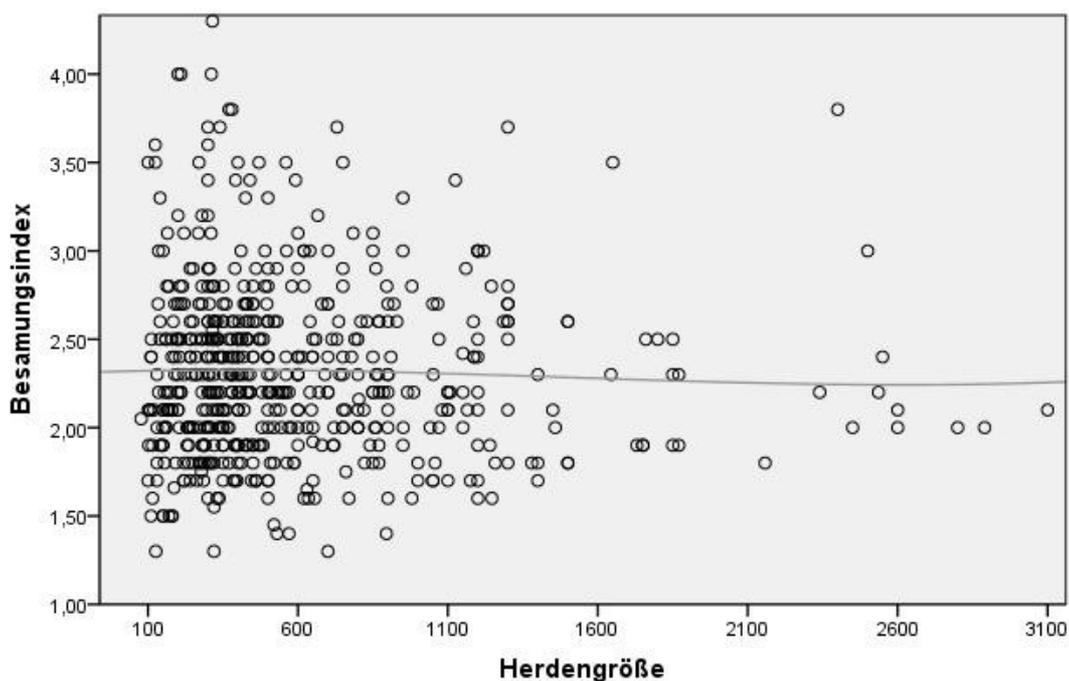


Abbildung 33: Zusammenhang zwischen dem Besamungsindex und der Herdengröße (n=578;  $R^2$  kubisch=9,674e-4 (p=0,906))

Mit Ausnahme der Zwischentragezeit ergeben die Korrelationen nach Spearman für die Fruchtbarkeitskennzahlen keine signifikanten Ergebnisse bezüglich der Herdengröße (Tabelle 46). Die Herdengröße hat demnach keinen wesentlichen Einfluss auf die Rastzeiten, die Zwischenkalbezeiten sowie den Besamungsindex eines Bestandes.

Die Zwischentragezeit und die Herdengröße dagegen sind nach Spearman zwar gering aber signifikant negativ miteinander korreliert (Tabelle 46). Eine Tendenz hin zu kürzeren Zwischentragezeiten in größeren Herde scheint zu bestehen.

Tabelle 46: Korrelation nach Spearman zwischen der Herdengröße und verschiedenen Fruchtbarkeitskennzahlen

		RZ	ZTZ	ZKZ	BI
Herdengröße	Korrelation Spearman	-0,013	-0,099*	-0,029	-0,003
	Signifikanzniveau	,772	,028	,501	,947
	Fallzahl	481	492	553	578

RZ=Rastzeit, ZTZ=Zwischentragezeit, ZKZ=Zwischenkalbezeit, BI=Besamungsindex

### 4.3.3. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

Die lineare Regression, die in diesem Fall nur für die vorher signifikante Variable Zwischentragezeit durchgeführt wird, ergibt keinen signifikanten Wert für den Steigungsfaktor B (Tabelle 47). Damit lässt sich sagen, dass eine lineare Beschreibung des Zusammenhangs der Zwischentragezeit und der Herdengröße nicht möglich ist.

Tabelle 47: Regressionsanalyse zwischen Herdengröße und Fruchtbarkeitskennzahlen bei Kühen

y		F	B	a
Zwischentragezeit (n=492)		0,6	-0,001	130,1**
	p	,455	,455	,000

p=Signifikanzniveau, F=Wert der Varianzanalyse, Regressionsgleichung:  $y=B \cdot \text{Herdengröße} + a$

### 4.3.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

Das Streudiagramm über die Variablen Besamungsindex bei Färsen und die Herdengröße lässt einen Zusammenhang zwischen beiden erkennen (Abbildung 34). Die kubische Regressionsfunktion bietet die beste Annäherung der drei getesteten Modelle an die Punktwolke. Insgesamt mutet der Zusammenhang negativ an. Es scheint größere Herden bräuchten weniger Besamungsversuche bei Färsen bis zur Trächtigkeit.

Zwischen dem Erstbesamungsalter und der Herdengröße ist im Streudiagramm ein klarer Zusammenhang zu erkennen (Abbildung 35). Die kubische Funktion stellt einen antagonistischen Zusammenhang zwischen den Variablen dar. Größere Herden besamen ihre Färsen zeitiger als kleinere Herden.

Wie nach dem Ergebnis für das Erstbesamungsalter zu erwarten, lässt auch das Streudiagramm über das Erstkalbealter und die Herdengröße einen deutlichen Zusammenhang erkennen (Abbildung 36). Auch hier ergibt die kubische Regressionsfunktion die beste Annäherung an die Punktwolke. Die antagonistische Beziehung scheint ab Herdengrößen ab 2000 Tieren nicht mehr zu bestehen. Allerdings ist die Zahl der Fälle in diesem Bereich spärlich und damit wenig aussagekräftig.

#### 4.3.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

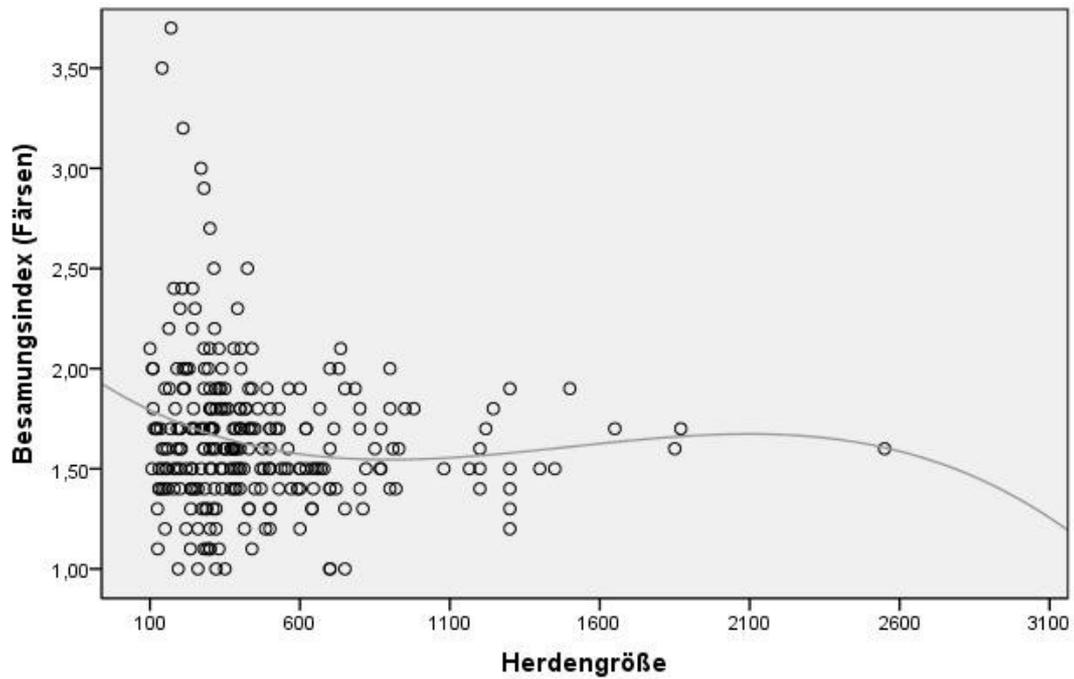


Abbildung 34: Zusammenhang zwischen dem Besamungsindex bei Färsen und der Herdengröße (n=274;  $R^2$  kubisch=0,034\* (p=0,026))

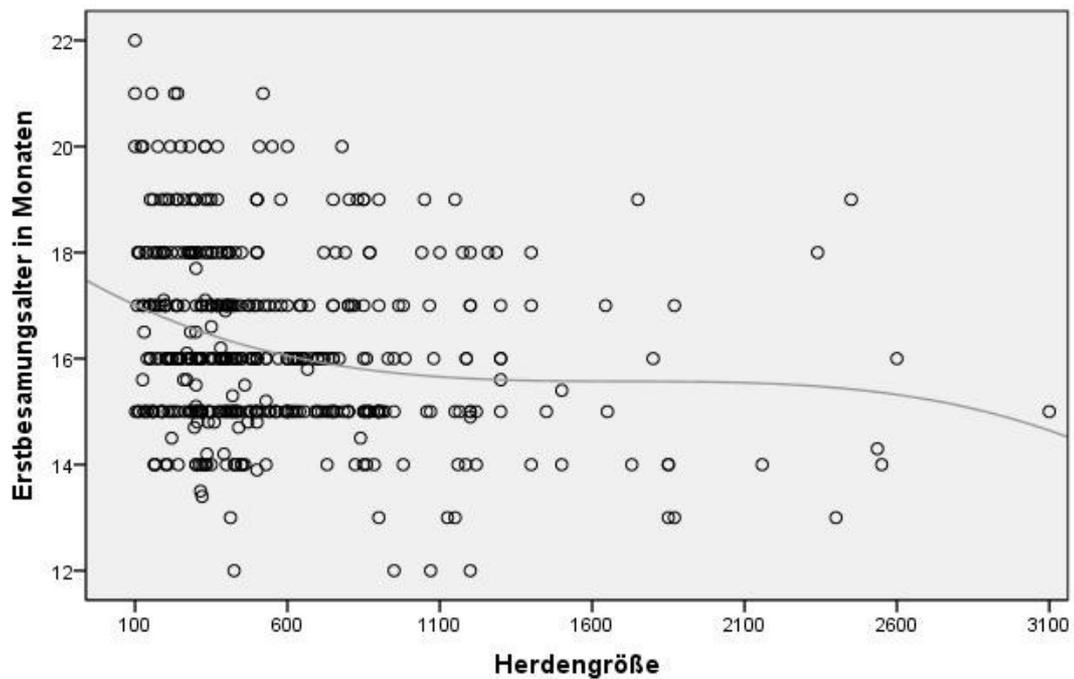


Abbildung 35: Zusammenhang zwischen dem Erstbesamungsalter und der Herdengröße (n=472;  $R^2$  kubisch=0,054\*\* (p<0,001))

#### 4.3.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

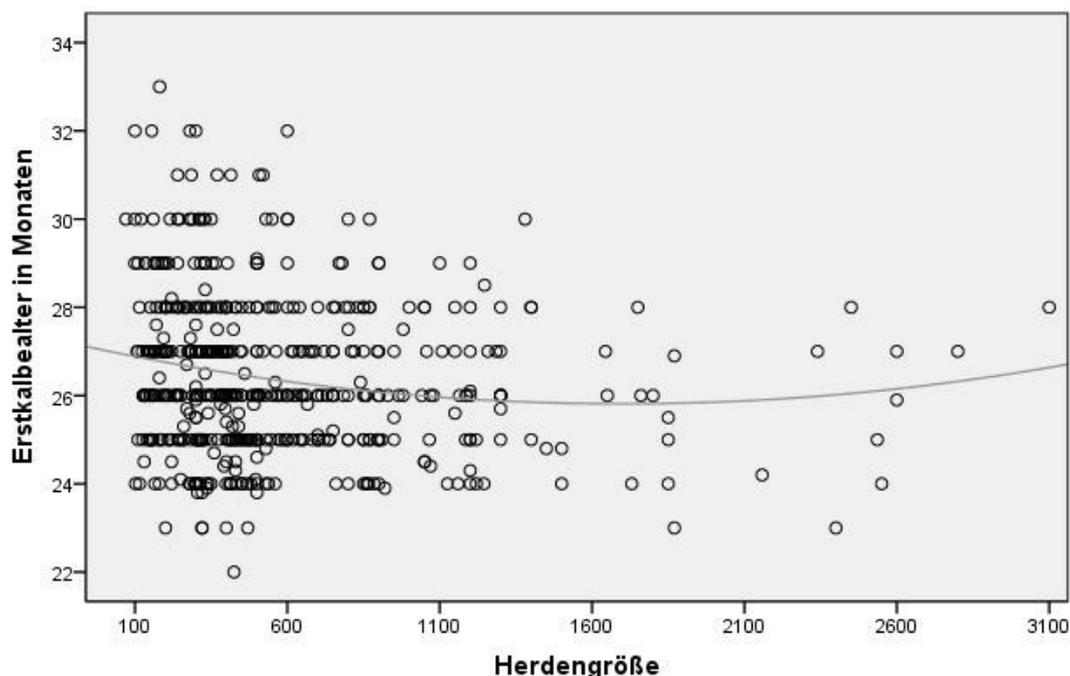


Abbildung 36: Zusammenhang zwischen dem Erstkalbealter und der Herdengröße (n=543;  $R^2$  kubisch=0,025 (p=0,004))

Entsprechend den Streudiagrammen ergeben auch die Korrelationen nach Spearman signifikante Ergebnisse für alle Fruchtbarkeitsparameter bei den Färsen (Tabelle 48). Die Korrelationen sind durchweg antagonistisch, wenn auch eher schwach. In größeren Herden besteht die Tendenz Färsen früher zu besamen. Diese kalben folglich zeitiger als in kleineren Herden. Beim Besamungsindex der Färsen besteht ein Trend hin zu niedrigeren Werten in großen Herden.

Tabelle 48: Korrelation nach Spearman zwischen der Herdengröße und Fruchtbarkeitskennzahlen bei Färsen

		BI Färsen	EBA	EKA
Herdengröße	Korrelation Spearman	-0,120*	-0,222**	-0,154**
	Signifikanzniveau	,047	,000	,000
	Fallzahl	274	472	543

BI=Besamungsindex, EBA=Erstbesamungsalter, EKA=Erstkalbealter

Die Werte der linearen Regression ergeben für alle Fruchtbarkeitskennzahlen der Färsen bezüglich der Herdengröße signifikante Werte (Tabelle 49). Damit können die Zusammenhän-

#### 4.3.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

ge zwischen diesen Variablen hinreichend genau mittels linearer Funktionen dargestellt werden. Die Steigungsfaktoren für das Erstbesamungs- und Erstkalbealter sind jeweils negativ, jedoch recht niedrig. 1.000 Kühen mehr in einer Herde bedeuteten danach einen Monat zeitigere Besamung sowie Kalbung bei den Färsen. Auch der Steigungsfaktor für den Färsenbesamungsindex ist negativ, jedoch aufgrund der unterschiedlichen Dimension der Variable zur Herdengröße zu klein. Eine Herde mit 1.000 Kühen mehr hätte einen um etwa 0,14 niedrigeren Besamungsindex bei Färsen.

Tabelle 49: Regressionsanalyse zwischen Herdengröße und Fruchtbarkeitsparametern bei Färsen

y		F	B	a
Besamungsindex Färsen (n=274)		4,5*	-1,380e-4*	1,7**
	p	,036	,036	,000
Erstbesamungsalter (n=472)		22,3**	-0,001**	16,8**
	p	,000	,000	,000
Erstkalbealter (n=543)		9,4**	-0,001**	26,8**
	p	,002	,002	,000

p=Signifikanzniveau, F=Wert der Varianzanalyse, Regressionsgleichung:  $y=B \cdot \text{Herdengröße} + a$

#### 4.3.5. Remontierungsrate

Das Streudiagramm über die Variablen Remontierungsrate und Herdengröße lässt eine Abhängigkeit zwischen beiden erkennen (Abbildung 37). Gut sichtbar ist ein Anstieg der Remontierungsrate bei steigender Herdengröße. Die kubische Regressionsfunktion bietet von den drei zu testenden Modellen die beste Annäherung an die Punktwolke.

Die Korrelation zwischen Remontierungsrate und Herdengröße liefert ein signifikantes Ergebnis (Tabelle 50). Nach Spearman sind die Variablen positiv miteinander korreliert, wenn auch nicht besonders stark. Größere Herden haben danach die Tendenz hin zu höheren Remontierungsraten.

#### 4.3.5. Remontierungsrate

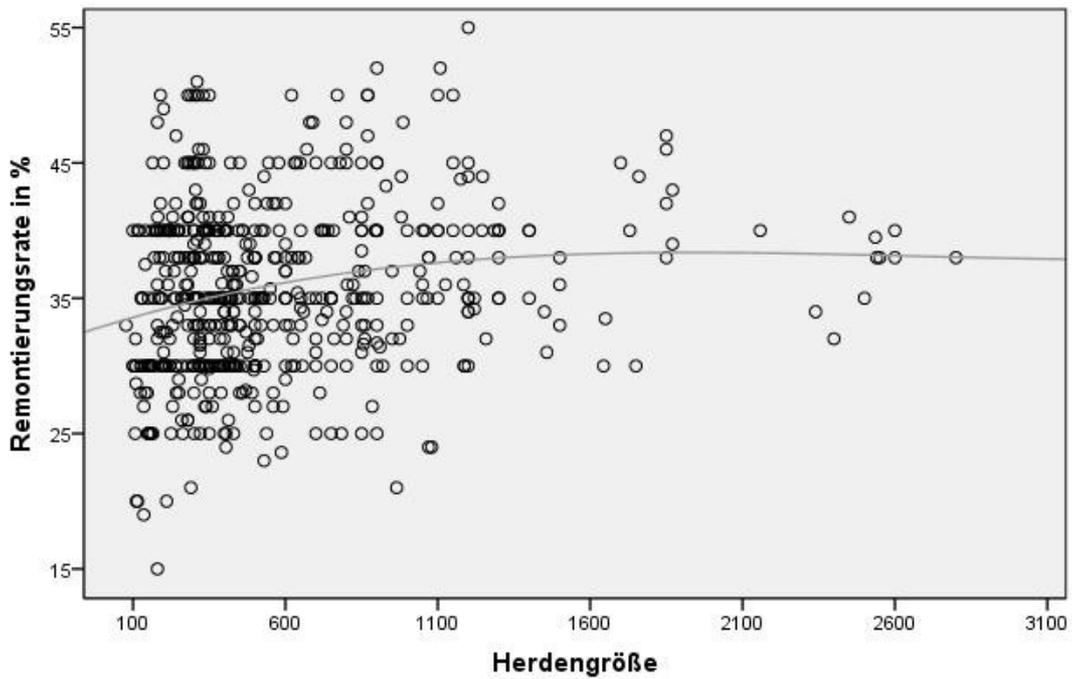


Abbildung 37: Zusammenhang zwischen der Remontierungsrate und der Herdengröße (n=571;  $R^2$  kubisch=0,043\*\* ( $p < 0,001$ ))

Tabelle 50: Korrelation nach Spearman zwischen der Herdengröße und der Remontierungsrate

		Remontierungsrate
Herdengröße	Korrelation Spearman	0,187**
	Signifikanzniveau	,000
	Fallzahl	571

Tabelle 51: Regressionsanalyse zwischen Herdengröße und Remontierungsrate

y		F	B	a
Remontierungsrate (n=571)		21,2**	0,003**	34,2**
	p	,000	,000	,000

p=Signifikanzniveau, F=Wert der Varianzanalyse, Regressionsgleichung:  $y=B \cdot \text{Herdengröße} + a$

#### 4.3.5. Remontierungsrate

Die lineare Regression ergibt ebenfalls signifikante Werte (Tabelle 51). Die Steigung, also der Zusammenhang der Variablen Herdengröße und Remontierungsrate, ist hier gleichfalls positiv, aber gering, was den unterschiedlichen Dimensionen der betrachteten Variablen geschuldet sein dürfte. 1000 Tiere mehr in der Herde bedeuteten hiernach eine 3% höhere Remontierungsrate. Größere Herden haben tendenziell höhere Remontierungsraten als kleinere.

#### 4.3.6. Bestandsprobleme

##### 4.3.6.1. Mastitiden

In 568 Fällen kann der Aussage, man habe Probleme mit Mastitis im Bestand, eine Herdengröße in der Datenbank zugeordnet werden. Die Mittelwerte der Gruppen Ja- und Nein-Antworten liegen recht weit auseinander. Der Ja-Gruppe gehören im Schnitt größere Herden an. Dafür ist die Spannweite der Nein-Gruppe bezüglich der Herdengrößen größer.

Der U-Test nach Mann und Whitney liefert ein signifikantes Ergebnis (Tabelle 52). Größere Herden haben demnach deutlich häufiger Probleme mit Mastitiden.

Tabelle 52: U-Test zur Mastitis als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Herdengröße (n=568)

Mastitis	N	Median (HG)	Schiefe	U-Test (p)
ja	325	460	1,925	,028*
nein	243	400	2,294	

N=Anzahl Fälle, HG=Herdengröße, p=Signifikanzniveau

##### 4.3.6.2. Fruchtbarkeitsstörungen

Der U-Test nach Mann und Whitney ergibt signifikante Werte für alle hier betrachteten postpartalen Störungen. Nachgeburtserhaltungen, Puerperalstörungen und Endometritiden kommen demnach deutlich häufiger in größeren Herden vor (Tabelle 53).

Keine signifikanten Ergebnisse liefert der U-Test nach Mann und Whitney dagegen für Fruchtbarkeitsprobleme im allgemeinen, stille Brunst, schlechte Besamungsergebnisse und Ovarialzysten bezüglich der Herdengröße (Tabelle 53). Ein Zusammenhang ist also unwahrscheinlich.

#### 4.3.6. Bestandsprobleme

Tabelle 53: U-Test zu verschiedenen Fruchtbarkeitsstörungen als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Herdengröße

		N	Median (HG)	Schiefe	U-Test (p)
Fertilitätsprobleme	ja	469	433	2,073	,061
	nein	154	400	2,670	
stille Brunst	ja	145	430	2,079	,712
	nein	466	427	2,207	
schlechter Besamungserfolg	ja	244	422	2,228	,662
	nein	361	427	2,147	
Ovarialzysten	ja	144	460	1,889	,123
	nein	466	417	2,283	
Puerperalstörungen	ja	159	500	1,792	,016*
	nein	453	405	2,341	
NGV	ja	293	460	2,238	,016*
	nein	329	400	2,072	
Endometritiden	ja	233	496	2,073	,000**
	nein	379	400	2,163	

N=Anzahl Fälle, HG=Herdengröße, p=Signifikanzniveau, NGV=Nachgeburtverhaltung

#### 4.3.6.3. Stoffwechselstörungen

Bei den verschiedenen betrachteten Stoffwechselstörungen ergibt der U-Test nach Mann und Whitney bezüglich der Herdengröße keinen signifikanten Wert (Tabelle 54).

Tabelle 54: U-Test zu verschiedenen Stoffwechselstörungen als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Herdengröße

		N	Median (HG)	Schiefe	U-Test (p)
Stoffwechselstörungen	ja	348	420	2,113	,221
	nein	206	430	2,255	
Gebärparese	ja	216	448	2,258	,442
	nein	364	424	2,052	
Ketose	ja	196	455	1,958	,572
	Nein	382	420	2,283	

#### 4.3.6. Bestandsprobleme

		N	Median (HG)	Schiefe	U-Test (p)
Labmagenverlagerung	ja	194	500	1,780	,057
	nein	388	413	2,404	

N=Anzahl Fälle, HG=Herdengröße, p=Signifikanzniveau

Ein Einfluss der Herdengröße auf das Auftreten von allgemeinen Stoffwechselstörungen, Gebärgäresen, Ketosen und Labmagenverlagerungen kann danach weitgehend ausgeschlossen werden.

#### 4.3.6.4. Klauengesundheit

Die Herdengröße hat nach dem U-Test (Mann und Whitney) einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Klauensohlengeschwüren und Panaritien (Tabelle 55). Jeweils sind größere Herden häufiger betroffen.

Tabelle 55: U-Test zur allgemeinen Klauen- und Gliedmaßengesundheit als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Herdengröße (n=598)

		N	Median (HG)	Schiefe	U-Test (p)
K/G allgemein	ja	416	420	2,260	,437
	nein	182	430	1,924	
Mortellaro	ja	239	420	2,446	,491
	nein	298	426	2,039	
KSG	ja	194	460	2,157	,023*
	nein	343	410	2,049	
Panaritium	ja	91	508	2,153	,031*
	nein	446	419	2,082	
andere Lahmheiten	ja	89	480	1,612	,151
	nein	448	420	2,369	

K/G allgemein=Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen im Allgemeinen, KSG=Klauensohlengeschwüre, N=Anzahl Fälle, HG=Herdengröße, p= Signifikanzniveau

Für die Klauen- und Gliedmaßengesundheit im Allgemeinen, Mortellaro und andere Lahmheiten liefert der Test keine signifikanten Ergebnisse (Tabelle 55).

## 4.4. Einfluss der Milchleistung

### 4.4.1. Milchleistungsdaten

In Abbildung 38 ist deutlich ein antagonistischer Zusammenhang zwischen der Milchmengeleistung und dem Milchfettgehalt zu erkennen. Mit höherer Milchleistung sinkt der Fettgehalt. Die quadratische Regressionsfunktion ergibt von den drei getesteten Modellen die beste Anpassung an die Punktwolke.

Auch für den Milchproteingehalt lässt sich ein Antagonismus zur Milchleistung erkennen (Abbildung 39). Auch wenn dieser Zusammenhang im Vergleich zum Milchfettgehalt weniger stark ausgeprägt ist. Die kubische Regressionsfunktion beschreibt diesen Zusammenhang am besten.

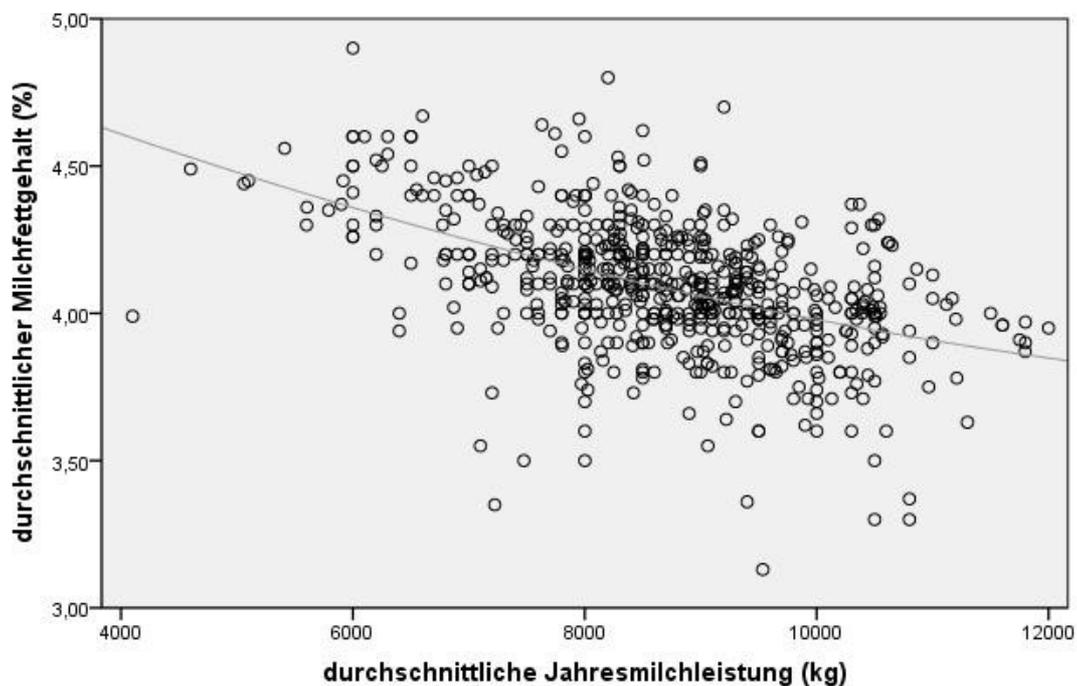


Abbildung 38: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf den durchschnittlichen Fettgehalt der Milch (n=623;  $R^2$  quadratisch=0,243\*\* ( $p<0,001$ ))

Wie in den Streudiagrammen gut sichtbar, ergibt auch die Korrelationen nach Pearson negative und signifikante Werte zwischen der Milchleistung und den Milchinhaltsstoffen (Tabelle 56). Die Korrelationen sind jeweils deutlich negativ, was einen geringeren relativen Gehalt an Fett beziehungsweise Protein bei steigender Milchleistung bedeutet.

#### 4.4.1. Milchleistungsdaten

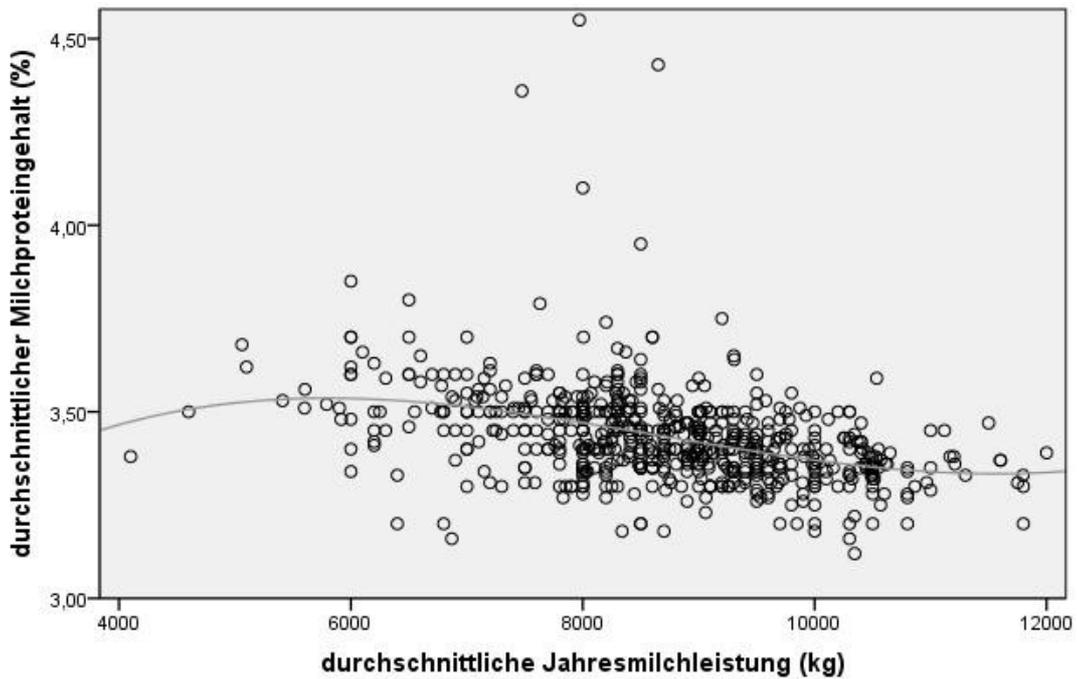


Abbildung 39: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf den durchschnittlichen Proteingehalt der Milch (n=625;  $R^2$  kubisch=0,159\*\* (p<0,001))

Tabelle 56: Korrelation nach Pearson zwischen der Milchleistung einer Herde und den Milchhaltsstoffen Fett und Protein

		MF (%)	MP (%)
Milchleistung (kg)	Korrelation Pearson	-0,497**	-0,475**
	Signifikanzniveau	,000	,000
	Fallzahl	623	625

MF=Milchfettgehalt, MP=Milchproteingehalt

Tabelle 57: Regressionsanalyse zwischen Milchmenge und Milchleistungsparameter bei Kühen

y		F	B	a
Milchfettgehalt		196,5**	-8,971e-5**	4,9**
	p	,000	,000	,000
Milchproteingehalt		116,3**	-4,208e-5**	3,8**
	p	,000	,000	,000

p=Signifikanzniveau, F=Wert der Varianzanalyse, Regressionsgleichung:  $y=B \cdot \text{Milchleistung} + a$

#### 4.4.1. Milchleistungsdaten

Die lineare Regression zwischen der Milchmenge und dem Milchfettgehalt beziehungsweise dem Milchproteingehalt ergeben ebenfalls signifikante Werte (Tabelle 57). Die Steigungen sind jeweils negativ und recht klein, was jedoch zum Teil dem Skalenunterschied der Variablen Milchmenge und Milchfett- beziehungsweise Milcheiweißgehalt geschuldet ist.

#### 4.4.2. Zellzahlen

Im Streudiagramm über den Zusammenhang zwischen der Milchleistung und dem zugehörigen Zellzahlgehalt ist recht deutlich ein gegensätzlicher Verlauf zu erkennen (Abbildung 40). Dabei ergibt die kubische Regressionsfunktion die beste Annäherung an die Punktwolke. Niedrigere Milchleistungen bedeuteten demnach höhere Zellzahlen.

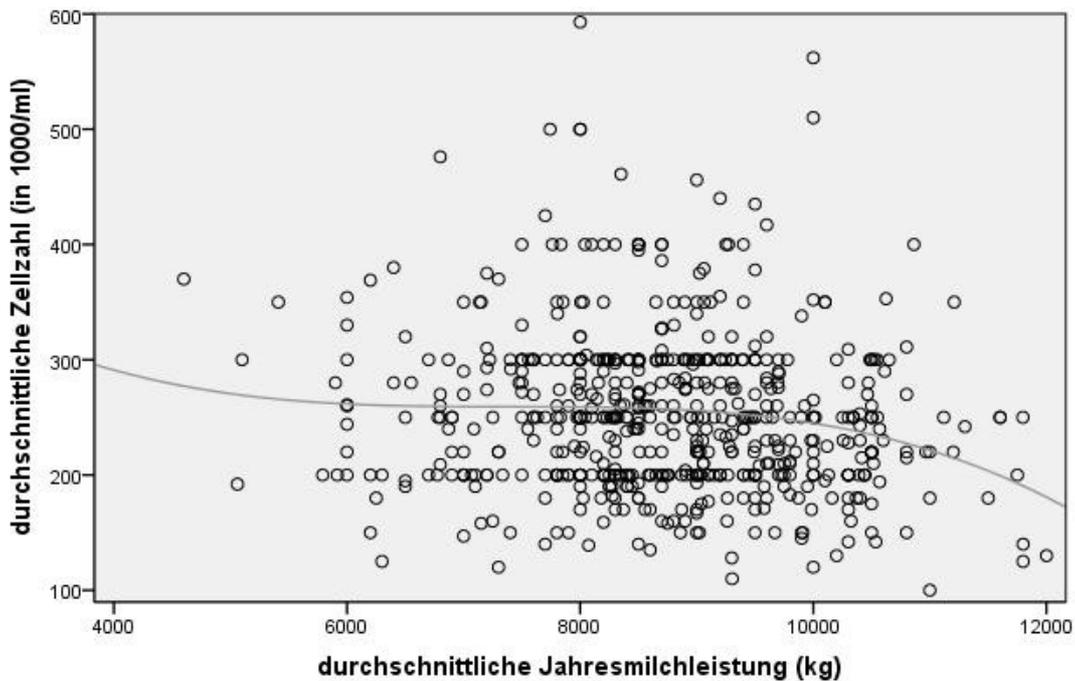


Abbildung 40: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf den durchschnittlichen Zellzahlgehalt der Milch (n=611;  $R^2$  kubisch=0,025\*\* ( $p=0,001$ ))

Die Korrelationen nach Pearson zwischen den verschiedenen Milchleistungsparametern und dem Zellzahlgehalt der Milch sind jeweils negativ und signifikant (Tabelle 58). Dabei sind die Korrelationen mit der Milchmenge, den Milchfettkilogramm sowie den Milchproteinkilogramm annähernd gleich und relativ gering

#### 4.4.2. Zellzahlen

Tabelle 58: Korrelation nach Pearson zwischen Milchleistungsparametern einer Herde und dem Milchzellzahlgehalt

	Zellzahlen x MM	Zellzahlen x MFkg	Zellzahlen x MPkg
Korrelation Pearson	-0,127**	-0,136**	-0,147**
Signifikanzniveau	,000	,001	,000
Fallzahl	611	599	600

MM=Milchmenge, MFkg=Milchfettkilogramm, MPkg=Milchproteinkilogramm

Die linearen Regressionen zwischen dem Zellzahlgehalt der Milch und allen drei betrachteten Milchleistungsparametern liefern jeweils signifikante Werte (Tabelle 59). Mittels einer Gerade können die Zusammenhänge demnach hinreichend genau dargestellt werden. Diese Beziehungen sind jeweils negativ. Wenn die Steigungen auch nur mäßig hoch sind, ergibt sich eindeutig, eine höhere Milchmenge, höhere Milchfettkilogramm oder höhere Milchproteinkilogramm bedeuten einen geringen Milchzellzahlgehalt. 1.000 kg mehr Milchmengenleistung würden 7.000 Zellen pro Milliliter weniger bedeuten.

Tabelle 59: Lineare Regression zwischen verschiedenen Milchleistungsparametern und dem Zellzahlgehalt der Milch

y=Zellzahlgehalt	x	F	B	a
MM (n=611)		10,0**	-0,007**	317,5**
	p	,002	,002	,000
MFkg (n=599)		11,3**	-0,216**	330,1**
	p	,001	,001	,000
MPkg (n=600)		13,3**	-0,267**	333,2**
	p	,000	,000	,000

p=Signifikanzniveau, MM=Milchmenge, MFkg=Milchfettkilogramm, MPkg=Milchproteinkilogramm, Regressionsgleichung:  $y=B*x+a$

#### 4.4.3. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

Das Streudiagramm über die Milchleistung und die Rastzeit einer Herde zeigt keinen klaren Zusammenhang zwischen beiden Parametern (Abbildung 41). Die kubische Regressionsfunktion scheint einen geringen antagonistischen Zusammenhang darzustellen.

Zwischen der Zwischentragezeit und der Milchleistung eines Bestandes scheint nach Abbildung 42 ein positiver Zusammenhang zu bestehen. Die kubische Regressionsfunktion ändert

jedoch ihre Richtung ab Milchmengen von etwa 10.000 kg.

Bei Betrachtung des Streudiagramms über die Zwischenkalbezeit und die Milchleistung ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei dem der Zwischentragezeit (Abbildungen 42 und 43). Auch hier ergäbe eine höhere Milchleistung einen längeren Zeitraum zwischen zwei Kalbungen. Ab einer Milchmenge von etwa 10.000 kg flacht dieser Zusammenhang jedoch ab beziehungsweise kehrt sich sogar um.

Im Streudiagramm zwischen dem Besamungsindex und der Milchleistung ist deutlich ein positiver Zusammenhang zwischen beiden Parametern zu erkennen (Abbildung 44). Höhere Milchleistungen bedeuteten demnach durchschnittlich mehr notwendige Besamungsversuche.

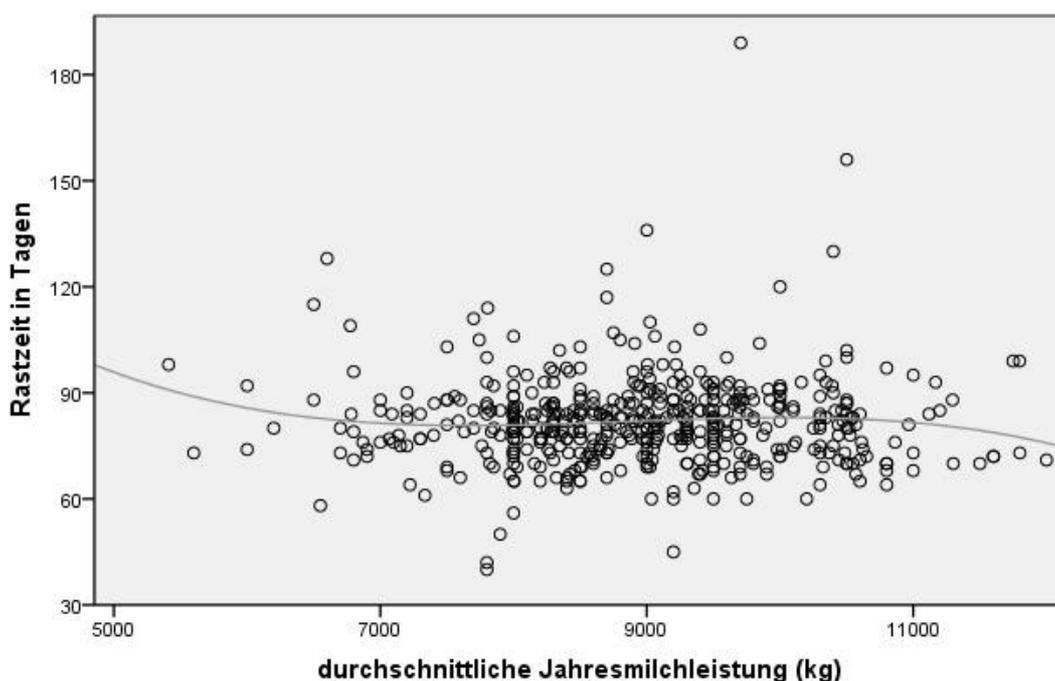


Abbildung 41: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf die Rastzeit (n=481;  $R^2$  kubisch=0,000 (p=0,932))

Mit Ausnahme der Rastzeit sind die Korrelationen nach Pearson zwischen der Milchmenge und den Fruchtbarkeitskennzahlen positiv und signifikant (Tabelle 60). Während die Korrelationen der Zwischentrage- und Zwischenkalbezeit recht niedrig sind, ist die des Besamungsindex deutlicher. Diese mäßig hohe Korrelation ergibt sich beim Besamungsindex auch im Zusammenhang mit den Milchkilogramm und den Milchproteinkilogramm. Wohingegen sich die Korrelationen der Zwischentrage- und Zwischenkalbezeit im Zusammenhang mit den Milchfettbeziehungsweise Milchproteinkilogramm relativieren.

#### 4.4.3.Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

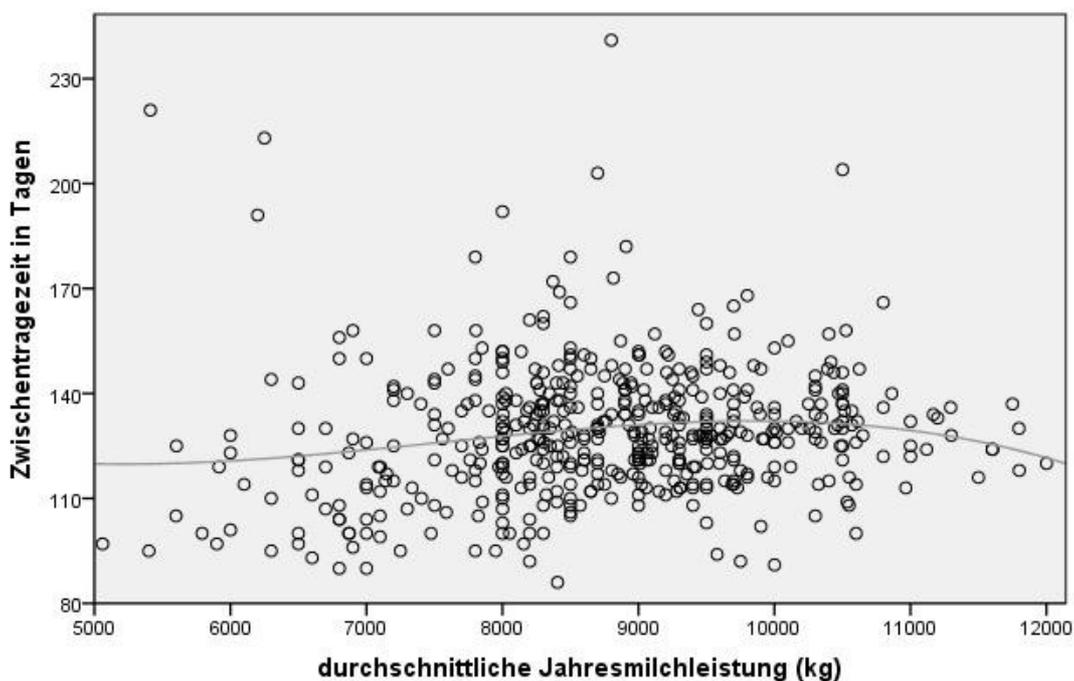


Abbildung 42: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf die Zwischentragezeit (n=495;  $R^2$  kubisch=0,026\*\* (p=0,003))

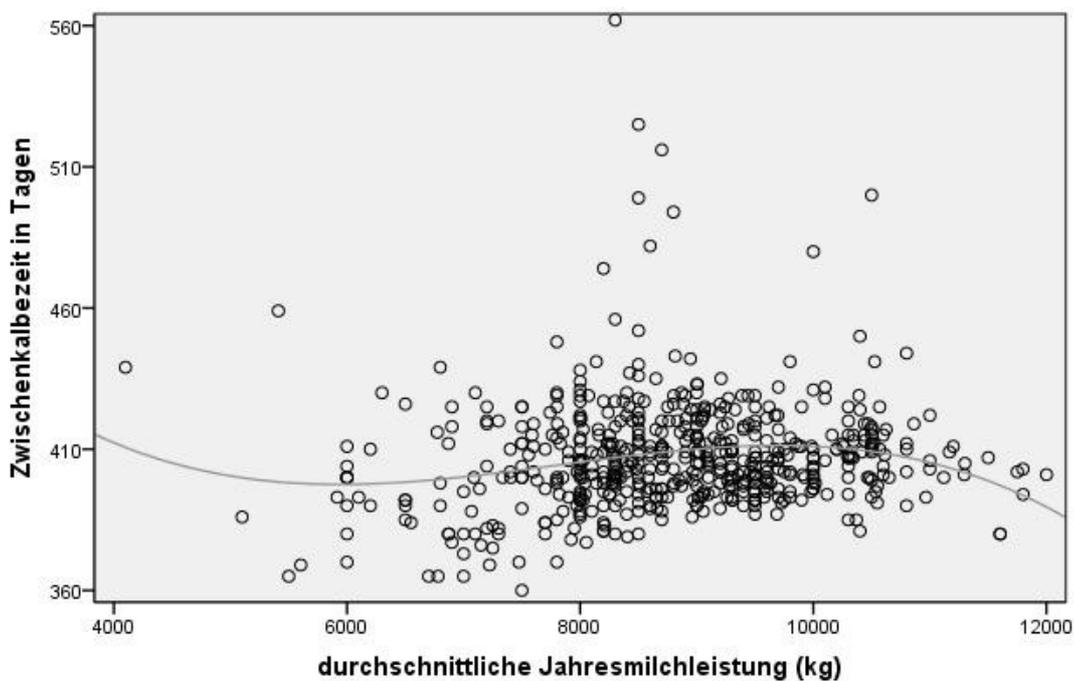


Abbildung 43: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf die Zwischenkalbezeit (n=550;  $R^2$  kubisch=0,039\*\* (p=0,001))

#### 4.4.3.Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

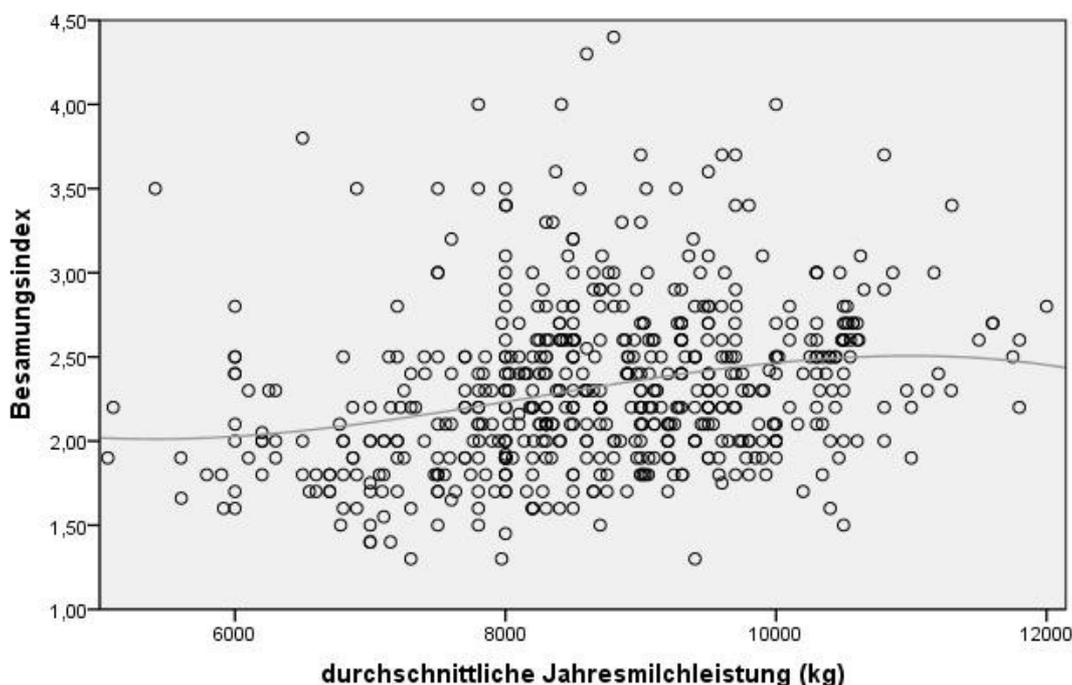


Abbildung 44: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf den Besamungsindex (n=583;  $R^2$  kubisch=0,073\*\* (p<0,001))

Die Rastzeit ergibt mit keinem der betrachteten Milchleistungsparameter signifikante Werte. Sie ist demnach unabhängig von der Milchleistung (Tabelle 60).

Tabelle 60: Korrelation nach Pearson zwischen den Milchleistungsparametern eines Bestandes und seinen Fruchtbarkeitskennzahlen

		RZ	ZTZ	ZKZ	BI
Milchmenge	Korrelation Pearson	0,015	0,126**	0,117**	0,265**
	Signifikanzniveau	,740	,006	,006	,000
	Fallzahl	479	495	550	583
Milchfettkilo-gramm	Korrelation Pearson	-0,019	0,060	0,038	0,247**
	Signifikanzniveau	,688	,196	,385	,000
	Fallzahl	470	472	527	549
Milchproteinkilo-gramm	Korrelation Pearson	-0,002	0,070	0,062	0,225**
	Signifikanzniveau	,965	,129	,156	,000
	Fallzahl	470	472	529	551

RZ=Rastzeit, ZTZ=Zwischentragezeit, ZKZ=Zwischenkalbezeit, BI=Besamungsindex

#### 4.4.3.Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

Auf die lineare Regression zwischen Rastzeit und den Milchleistungsparametern wird nach den nicht signifikanten Ergebnissen der Korrelationen verzichtet.

Die Milchmenge und die Zwischentragezeit beziehungsweise die Zwischenkalbezeit lassen sich hinreichend genau mittels Regressionsgleichung beschreiben (Tabelle 61). 1.000 kg höhere Milchmengenleistung würden zu 2 Tagen längerer Zwischentrage- sowie Zwischenkalbezeit führen. Ersetzt man jedoch die Milchmenge durch den Milchfettgehalt oder den Milchproteingehalt sind die Ergebnisse nicht signifikant.

Tabelle 61: Lineare Regression zwischen verschiedenen Milchleistungsparametern und der Zwischentrage- sowie der Zwischenkalbezeit

y=Zwischentragezeit	x		F	B	a
	MM (n=495)			7,7**	0,002**
		p	,006	,006	,000
MFkg (n=472)			1,7	0,025	120,4**
		p	,196	,196	,000
MPkg (n=472)			2,3	0,034	119,2**
		p	,129	,129	,000
y=Zwischenkalbezeit	x		F	B	a
	MM (n=550)		7,7**	0,002**	390,1**
		p	,006	,006	,000
MFkg (n=527)			0,8	0,017	401,6**
		p	,385	,385	,000
MPkg (n=529)			2,0	0,033	397,9**
		p	,156	,156	,000

p=Signifikanzniveau, MM=Milchmenge, MFkg=Milchfettkilogramm, MPkg=Milchproteinkilogramm, Regressionsgleichung:  $y=B \cdot x + a$

Anders als bei den vorangegangenen Fruchtbarkeitsparametern der Kühe ergibt die lineare Regression zwischen dem Besamungsindex und den Milchleistungsparametern ausschließlich signifikante Werte (Tabelle 62).

#### 4.4.3. Fruchtbarkeitskennzahlen - Kühe

Tabelle 62: Lineare Regression zwischen verschiedenen Milchleistungsparametern und dem Besamungsindex

y=Besamungsindex	x	F	B	a
MM (n=583)		43,8**	1,051e-4**	1,4**
	p	,000	,000	,000
MFkg (n=549)		35,6**	0,003**	1,4**
	p	,000	,000	,000
MPkg (n=551)		29,3**	0,003**	1,5**
	p	,000	,000	,000

p=Signifikanzniveau, MM=Milchmenge, MFkg=Milchfettkilogramm, MPkg=Milchproteinkilogramm, Regressionsgleichung:  $y=B*x+a$

Auch wenn die Steigungen durchweg schwach sind, lässt sich zusammen mit den Ergebnissen der Korrelation feststellen, die Milchleistung und der Besamungsindex sind in jedem Fall eine positive miteinander verknüpft. Der Skalenunterschied der Variablen ist auch hier zum Teil für die kleinen Steigungsfaktor verantwortlich. Eine um 1.000 kg höhere Milchmengenleistung hätten einen um 0,1 größeren Besamungsindex bei den Kühen zur Folge.

#### 4.4.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

Im Streudiagramm zwischen dem Besamungsindex bei Färsen und der Milchmenge ist auf den ersten Blick kein Zusammenhang zu erkennen (Abbildung 45). Da zu dieser Variablen erst Werte ab 2006 vorhanden sind, sind auch erst ab etwa 8.000 kg ausreichend viele Wertepaare vorhanden. Bei Betrachtung der Kurve ab diesem Wert könnte man einen leicht positiver Zusammenhang vermuten.

In Abbildung 46 zwischen der Herdenmilchleistung und dem Erstbesamungsalter ist ein deutlich negativer Zusammenhang zu erkennen. Gleiches gilt für den Zusammenhang zwischen der Herdenmilchleistung und dem Erstkalbealter (Abbildung 47). Die kubischen Regressionsfunktionen ergeben jeweils die höchsten Korrelationen der drei getesteten Modelle.

#### 4.4.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

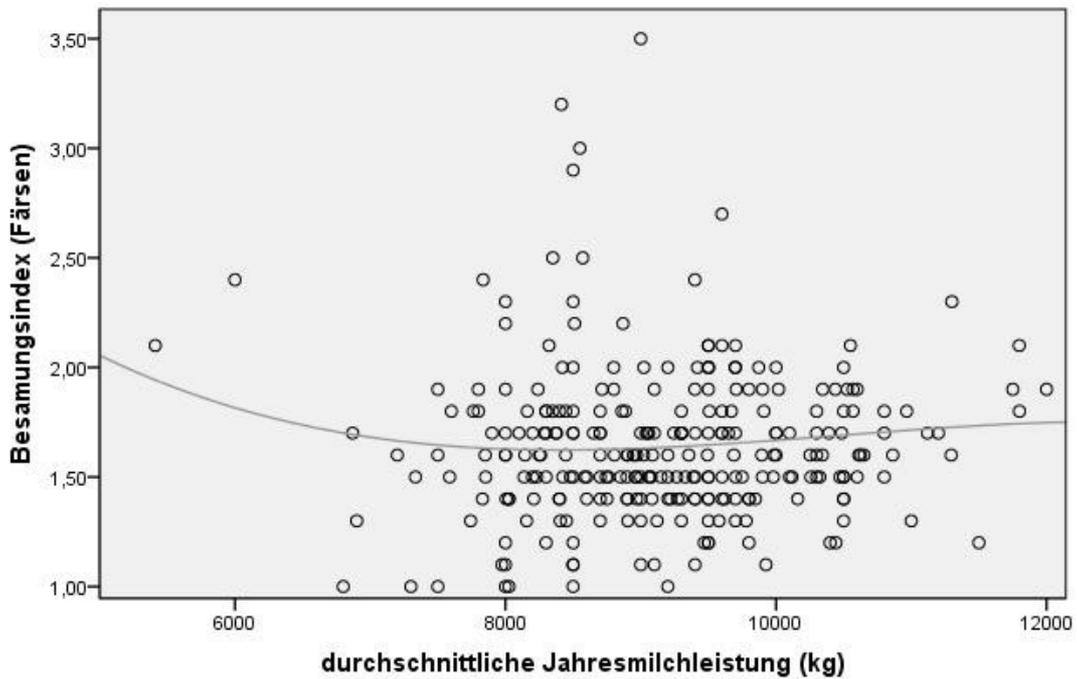


Abbildung 45: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf den Besamungsindex bei Färsen (n=274;  $R^2$  kubisch=0,009 ( $p=0,376$ ))

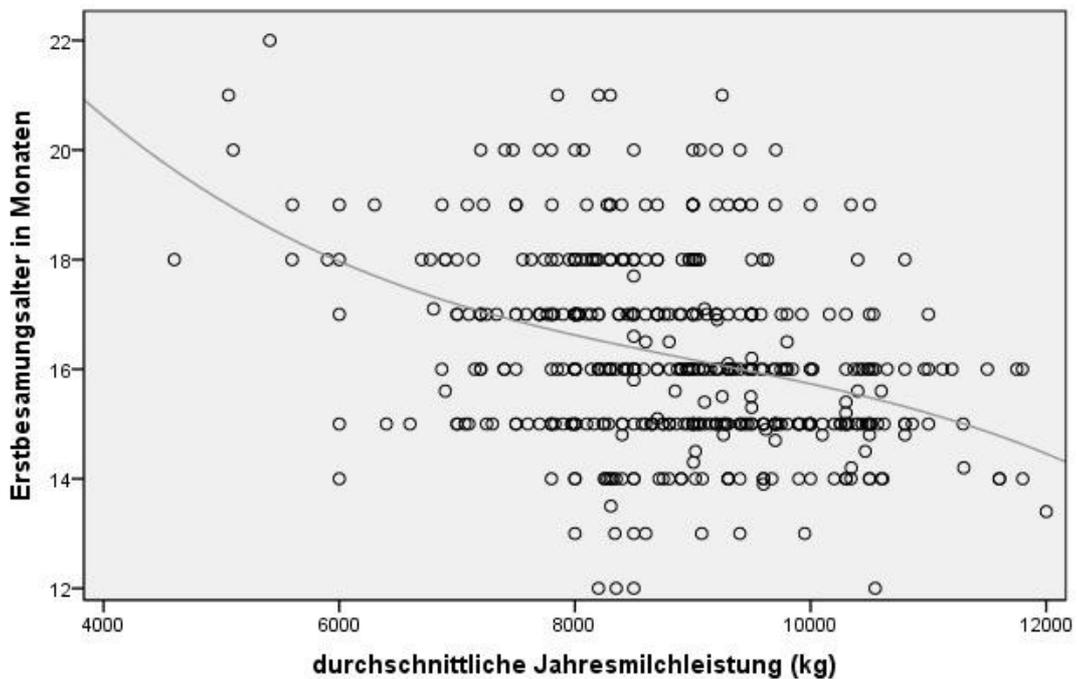


Abbildung 46: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf das Erstbesamungsalter (n=472;  $R^2$  kubisch=0,119\*\* ( $p<0,001$ ))

#### 4.4.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

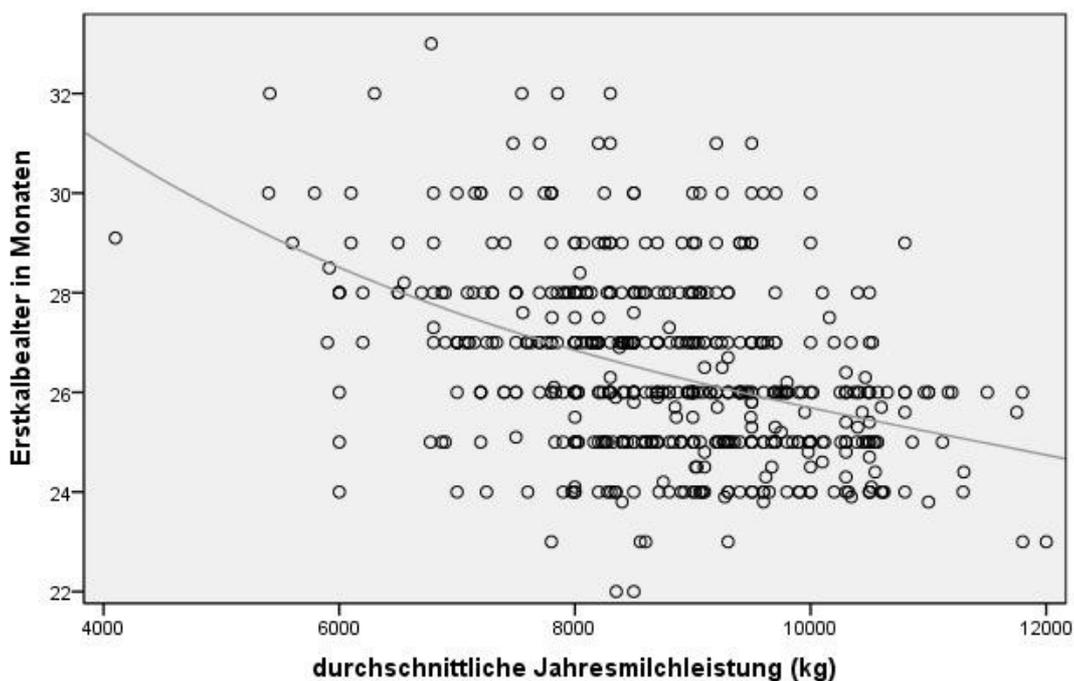


Abbildung 47: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf das Erstkalbealter (n=542;  $R^2$  kubisch=0,177\*\* ( $p < 0,001$ ))

Tabelle 63: Korrelation nach Pearson zwischen den Milchleistungsparametern eines Bestandes und seinen Fruchtbarkeitskennzahlen bei Färsen

		BI Färsen	EBA	EKA
Milchmenge	Korrelation Pearson	0,042	-0,337**	-0,414**
	Signifikanzniveau	,493	,000	,000
	Fallzahl	274	472	542
Milchfettkilogramm	Korrelation Pearson	0,053	-0,295**	-0,351**
	Signifikanzniveau	,387	,000	,000
	Fallzahl	265	461	528
Milchproteinkilogramm	Korrelation Pearson	0,032	-0,291**	-0,360**
	Signifikanzniveau	,599	,000	,000
	Fallzahl	265	461	530

BI Färsen=Besamungsindex bei Färsen, EBA=Erstbesamungsalter, EKA=Erstkalbealter

#### 4.4.4. Fruchtbarkeitskennzahlen - Färsen

Die Korrelationen nach Pearson zwischen den verschiedenen Milchleistungsparametern und dem Besamungserfolg bei Färsen ist durchweg nicht signifikant (Tabelle 63). Ein Zusammenhang zwischen diesen Parametern ist also unwahrscheinlich

Die Korrelationen zwischen allen Milchleistungsparametern und dem Erstbesamungs- sowie dem Erstkalbealter sind signifikant und negativ (Tabelle 63). Dies objektiviert den Eindruck aus den entsprechenden Diagrammen (Abbildungen 46 und 47). Herden mit höheren Milchleistungen besamen ihre Färsen deutlich zeitiger als in niedriger leistenden Betrieben. Dementsprechend kalben Färsen in höher leistenden Herden auch merklich früher.

Auf eine Regressionsanalyse für den Besamungsindex bei Färsen wird aufgrund der vorangegangenen Ergebnisse verzichtet.

Wie auch die vorangegangenen Korrelationen sind die Werte der Regressionsanalyse für die Milchleistungsparameter und das Erstbesamungs- beziehungsweise Erstkalbealter durchweg signifikant und negativ (Tabelle 64). Eine um 1.000 kg höhere Milchleistung ginge mit einem um einen Monat niedrigeren Erstbesamungs- und Erstkalbealter einher.

Tabelle 64: Lineare Regression zwischen verschiedenen Milchleistungsparametern und dem Erstbesamungs- sowie dem Erstkalbealter

y=Erstbesamungsalter	x		F	B	a
MM (n=472)			60,4**	-0,001**	20,8**
		p	,000	,000	,000
MFkg (n=461)			43,8**	-0,012**	20,7**
		p	,000	,000	,000
MPkg (n=461)			42,5**	-0,014**	20,5**
		p	,000	,000	,000
y=Erstkalbealter	x		F	B	a
MM (n=542)			111,4**	-0,001**	32,0**
		p	,000	,000	,000
MFkg (n=528)			73,8**	-0,015**	31,7**
		p	,000	,000	,000
MPkg (n=530)			78,5**	-0,018**	31,7**
		p	,000	,000	,000

p=Signifikanzniveau, MM=Milchmenge, MFkg=Milchfettkilogramm, MPkg=Milchproteinkilogramm, Regressionsgleichung:  $y=B \cdot x + a$

## 4.4.5. Remontierungsrate

Im Streudiagramm über den Zusammenhang zwischen der Milchmenge einer Herde und ihrer Remontierungsrate ist eine leicht negative Beziehung sichtbar (Abbildung 48). Die kubische Regressionsfunktion ergibt von den drei getesteten Modellen noch die beste Annäherung an die Punktwolke. Die anfängliche Steigung ist sicherlich der geringen Anzahl an Wertepaaren geschuldet und damit statistisch wenig aussagekräftig.

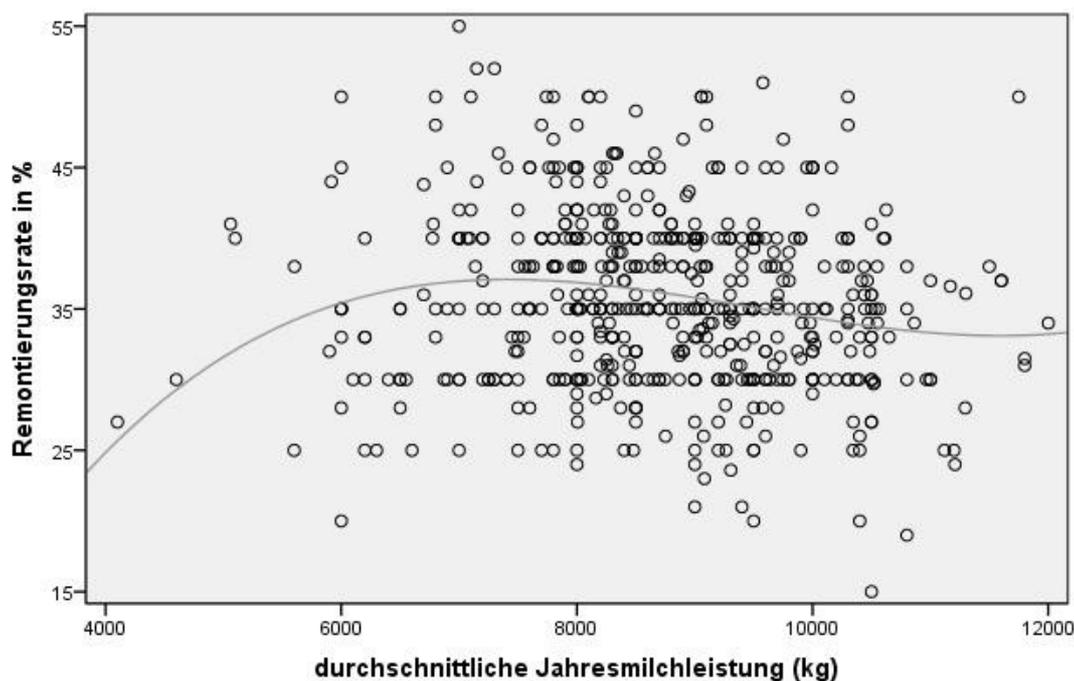


Abbildung 48: Einfluss der Milchleistung einer Herde auf die Remontierungsrate (n=566;  $R^2$  kubisch=0,032\*\* ( $p < 0,001$ ))

Die Korrelationen nach Pearson zwischen den Milchleistungsparametern und der Remontierungsrate sind jeweils signifikant (Tabelle 65). Die Werte sind sämtlich negativ wenn auch relativ gering.

Tabelle 65: Korrelation nach Pearson zwischen den Milchleistungsparametern eines Bestandes und seiner Remontierungsrate

	RR x MM	RR x MFkg	RR x MPkg
Korrelation Pearson	-0,120**	-0,097*	-0,107*
Signifikanzniveau	,004	,023	,012
Fallzahl	566	547	548

RR=Remontierungsrate, MM=Milchmenge, MFkg=Milchfettkilogramm, MPkg=Milchproteinkilogramm

#### 4.4.5. Remontierungsrate

Auch für die lineare Regression und die verschiedenen Milchleistungsparameter ergeben sich durchweg signifikante Werte (Tabelle 66). Die Steigung ist hier ebenfalls negativ und der Zusammenhang damit antagonistisch. In Beständen mit höherer Milchleistung findet ein merklich geringerer Austausch der Herde statt. 1.000 kg höhere Herdenmilchmengenleistung würde zu einer um ein Prozent niedrigeren Remontierungsrate führen.

Tabelle 66: Lineare Regression zwischen verschiedenen Milchleistungsparametern und der Remontierungsrate

y=Remontierungsrate	x	F	B	a
MM (n=566)		8,2**	-0,001**	41,0**
	p	,004	,004	,000
MFkg (n=547)		5,2*	-0,014*	40,6**
	p	,023	,023	,000
MPkg (n=548)		6,4*	-0,017*	40,9**
	p	,012	,012	,000

p=Signifikanzniveau, MM=Milchmenge, MFkg=Milchfettkilogramm, MPkg=Milchproteinkilogramm, Regressionsgleichung:  $y=B \cdot x+a$

#### 4.4.6. Bestandsprobleme

##### 4.4.6.1. Mastitiden

Der t-Test liefert für das Bestandsproblem Mastitis signifikante Ergebnisse für alle Milchleistungsparameter (Tabelle 67). Demnach haben Herden mit höheren Milchleistungen seltener Mastitisprobleme.

Tabelle 67: t-Test zu Mastitiden als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Milchleistungsparameter

Mastitis	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	569	526	528
Mittelwert (SD) - ja	8.343 (1.226,3)	346 (43,3)	290 (39,3)
Mittelwert (SD) - nein	8.792 (1.345,7)	360 (47,0)	304 (40,0)
t-Test (p)	,000**	,000**	,000**

MM=Milchmenge in kg, MFkg=Milchfettkilogramm in kg; MPkg Milchproteinkilogramm in kg, SD=Standardabweichung, p=Signifikanzniveau

#### 4.4.6. Bestandsprobleme

##### 4.4.6.2. Fruchtbarkeitsstörungen

Stille Brunst als Bestandsproblem ergibt im t-Test mit allen betrachteten Milchleistungsparametern signifikante Werte (Tabelle 68). Danach haben Herden mit höheren Milchleistungen nicht unwesentlich seltener Probleme mit stiller Brunst.

Tabelle 68: t-Tests zu Fertilitätsstörungen als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Milchleistungsparameter

Fertilitätsprobleme	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	622	574	576
Mittelwert (SD) - ja	8.611 (1.185,4)	354 (42,5)	297 (36,7)
Mittelwert (SD) - nein	8.542 (1.591,0)	354 (54,2)	300 (48,8)
t-Test (p)	,626	,967	,542
stille Brunst	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	611	564	566
Mittelwert (SD) - ja	8.403 (1.067,6)	347 (40,5)	291 (34,5)
Mittelwert (SD) - nein	8.617 (1.347,2)	356 (46,9)	299 (41,3)
t-Test (p)	,050*	,038*	,025*
schl. Besamung	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	605	560	561
Mittelwert (SD) - ja	8.751 (1.060,7)	356 (40,7)	299 (33,4)
Mittelwert (SD) - nein	8.474 (1.388,1)	352 (48,4)	296 (43,4)
t-Test (p)	,006**	,382	,362
Ovarialzysten	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	610	563	565
Mittelwert (SD) - ja	8.508 (1.080,6)	351 (39,8)	294 (34,0)
Mittelwert (SD) - nein	8.589 (1.345,0)	355 (47,2)	298 (41,5)
t-Test (p)	,462	,342	,236

MM=Milchmenge in kg, MFkg=Milchfettkilogramm in kg; MPkg Milchproteinkilogramm in kg, SD=Standardabweichung, p=Signifikanzniveau, schl. Besamung=schlechter Besamungserfolg,

Ebenfalls signifikant im t-Test sind schlechte Besamungsergebnisse im Zusammenhang mit der Milchmengenleistung (Tabelle 68). Herden mit höheren Milchmengenleistungen haben

#### 4.4.6. Bestandsprobleme

demnach merklich häufiger schlechte Besamungsergebnisse als Bestandsproblem. Dieses Ergebnis kann allerdings mit den Milchfett- beziehungsweise Milcheiweißkilogramm nicht wiederholt werden.

Fruchtbarkeitsprobleme im Allgemeinen und Ovarialzysten ergeben keine signifikanten Werte im t-Test bezüglich der Milchleistung (Tabelle 68). Ein Zusammenhang ist somit unwahrscheinlich.

Der t-Test über das Problem einer Herde mit Nachgeburtshaltungen und ihren Milchleistungsparametern ergibt sämtlich signifikante Werte (Tabelle 69). Höher leistende Herden haben hiernach deutlich seltener Probleme mit Nachgeburtshaltungen.

Für die weiteren betrachteten nachgeburtlichen Störungen ergibt sich ein solcher Zusammenhang nicht (Tabelle 69). Somit ist ein Einfluss der Milchleistung auf Puerperalstörungen und Endometritiden unwahrscheinlich.

Tabelle 69: t-Tests zu postpartalen Störungen als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Milchleistungsparameter

<b>Puerperalstörungen</b>	<b>MM</b>	<b>MFkg</b>	<b>MPkg</b>
Fallzahl	611	564	566
Mittelwert (SD) - ja	8.588 (1.222,7)	355 (43,5)	297 (37,6)
Mittelwert (SD) - nein	8.558 (1.312,2)	353 (46,3)	297 (40,7)
t-Test (p)	,801	,685	,962
<b>Nachgeburtshaltung</b>	<b>MM</b>	<b>MFkg</b>	<b>MPkg</b>
Fallzahl	621	573	575
Mittelwert (SD) - ja	8.387 (1.221,0)	347 (39,8)	291 (37,0)
Mittelwert (SD) - nein	8.755 (1.332,0)	359 (49,0)	302 (41,4)
t-Test (p)	,000**	,001**	,001**
<b>Endometritiden</b>	<b>MM</b>	<b>MFkg</b>	<b>MPkg</b>
Fallzahl	611	564	566
Mittelwert (SD) - ja	8.466 (1.186,7)	351 (41,0)	295 (36,7)
Mittelwert (SD) - nein	8.629 (1.346,8)	355 (48,1)	298 (41,7)
t-Test (p)	,126	,302	,430

MM=Milchmenge in kg, MFkg=Milchfettkilogramm in kg; MPkg Milchproteinkilogramm in kg, SD=Standardabweichung, p=Signifikanzniveau

## 4.4.6.3. Stoffwechselstörungen

Einzig bei den Labmagenverlagerungen als Bestandsproblem liefert der t-Test über die Milchmengenleistung ein signifikantes Ergebnis (Tabelle 70). Somit haben Herden mit höheren Milchmengenleistungen deutlich häufiger Probleme mit Labmagenverlagerungen im Bestand. Dieses Ergebnis kann allerdings mit den Milchfett- beziehungsweise Milcheiweißkilogramm nicht wiederholt werden.

Tabelle 70: t-Tests zu Stoffwechselstörungen als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Milchleistungsparameter

Stoffwechselstörungen	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	553	528	530
Mittelwert (SD) - ja	8.677 (1.115,0)	357 (40,6)	299 (35,7)
Mittelwert (SD) - nein	8.766 (1.301,1)	356 (46,9)	301 (40,4)
t-Test (p)	,418	,939	,595
Gebärpaesen	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	580	544	546
Mittelwert (SD) - ja	8.491 (1.234,9)	353 (41,7)	296 (37,3)
Mittelwert (SD) - nein	8.626 (1.304,1)	353 (47,8)	296 (41,4)
t-Test (p)	,214	,956	,885
Ketosen	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	578	542	544
Mittelwert (SD) - ja	8.455 (1.178,1)	351 (43,2)	292 (38,1)
Mittelwert (SD) - nein	8.633 (1.328,0)	354 (46,8)	298 (40,7)
t-Test (p)	,113	,349	,096
Labmagenverlagerung	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	582	547	549
Mittelwert (SD) - ja	8.726 (1.057,4)	357 (40,5)	301 (35,2)
Mittelwert (SD) - nein	8.517 (1.364,4)	352 (48,1)	294 (42,1)
t-Test (p)	,043*	,185	,065

MM=Milchmenge in kg, MFkg=Milchfettkilogramm in kg; MPkg Milchproteinkilogramm in kg, SD=Standardabweichung, p=Signifikanzniveau

#### 4.4.6. Bestandsprobleme

Die weiteren Stoffwechselstörungen sowie Gebärparesen und Ketosen ergeben im t-Test über die Milchleistung keine signifikanten Werte. Ein Einfluss der Milchleistung auf diese Störungen ist damit eher nicht zu erwarten.

##### 4.4.6.4. Klauengesundheit

Die allgemeine Klauen- und Gliedmaßengesundheit, Mortellaro und Panaritien als Bestandsproblem liefern im t-Test über die Milchleistungsparameter sämtlich signifikante Ergebnisse (Tabelle 71). Danach treten diese Störungen in höher leistenden Betrieben deutlich seltener auf.

Die Werte für Klauensohlengeschwüre und andere Lahmheiten dagegen sind nicht signifikant. Ein Einfluss der Milchleistung hierauf ist daher eher unwahrscheinlich.

Tabelle 71: t-Tests zu Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen als Bestandsproblem im Vergleich der Gruppen Ja und Nein bezüglich der Milchleistungsparameter

K/G allgemein	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	599	552	554
Mittelwert (SD) - ja	8.378 (1.272,4)	348 (46,1)	291 (40,8)
Mittelwert (SD) - nein	8.988 (1.236,6)	366 (41,8)	309 (35,6)
t-Test (p)	,000**	,000**	,000**
Mortellaro	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	534	516	517
Mittelwert (SD) - ja	8.563 (1.124,2)	350 (41,3)	294 (36,2)
Mittelwert (SD) - nein	8.886 (1.216,3)	361 (45,1)	304 (38,4)
t-Test (p)	,002**	,003**	,002**
KSG	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	534	516	517
Mittelwert (SD) - ja	8.619 (1.239,0)	354 (44,9)	297 (39,0)
Mittelwert (SD) - nein	8.814 (1.150,8)	358 (43,2)	301 (37,0)
t-Test (p)	,074	,385	,190

#### 4.4.6. Bestandsprobleme

Panarritien	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	534	516	517
Mittelwert (SD) - ja	8.395 (1.106,5)	347 (42,0)	290 (34,8)
Mittelwert (SD) - nein	8.812 (1.190,4)	358 (43,9)	301 (38,1)
t-Test (p)	,002**	,031*	,013*
andere Lahmheiten	MM	MFkg	MPkg
Fallzahl	534	516	517
Mittelwert (SD) - ja	8.733 (1.037,8)	357 (38,2)	299 (33,3)
Mittelwert (SD) - nein	8.745 (1.213,9)	356 (44,9)	300 (38,6)
t-Test (p)	,935	,868	,836

MM=Milchmenge in kg, MFkg=Milchfettkilogramm in kg; MPkg Milchproteinkilogramm in kg, SD=Standardabweichung, p=Signifikanzniveau, KSG=Klauensohlengeschwüre, K/G=Klauen- und Gliedmaßenprobleme

#### 4.5. Multifaktorielle Regressionsanalyse

Bei der multiplen Regressionsanalyse geht es darum, die Koeffizienten der Gleichung

$$y = b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + \dots + b_n * x_n + a$$

zu schätzen, wobei n die Anzahl der unabhängigen Variablen ist, die mit  $x_1$  bis  $x_n$  bezeichnet sind; a ist die Konstante.

Die unabhängigen (erklärenden) Variablen können dabei selbst untereinander korrelieren, was bei der Schätzung der Koeffizienten entsprechend berücksichtigt wird, um Scheinkorrelationen auszuschließen [BÜHL, 2008]. Im folgenden werden die Ergebnisse dieser Regressionen für diejenigen Variablen wiedergegeben, welche sich bezüglich der Milchleistung als signifikant erwiesen haben.

Als mögliche Faktoren berücksichtigt wurden jeweils: die Jahresmilchleistung, die Jahresfettkilogramm, die Jahresproteinkilogramm, die Zahl an Fütterungsgruppen, der Zellzahlgehalt der Milch, die Rastzeit, die Zwischentragezeit, die Zwischenkalbezeit, der Besamungsindex, der Besamungsindex der Färsen, das Erstbesamungsalter, das Erstkalbealter, die Remontierungsrate, die Häufigkeit von Klauenschnitten pro Jahr sowie folgende Bestandsprobleme: Mastitiden, Fertilitätsstörungen, stille Brunst, schlechte Besamungsergebnisse, Ovarialzysten, Puerperalstörungen, Nachgeburtsverhaltungen, Endometritiden, Stoffwechselstörungen, Gebärparesen, Ketosen, Labmagenverlagerungen, Klauen- und Gliedmaßenprobleme, Mor-

tellaro, Klauensohlengeschwüre, Panaritien, andere Lahmheiten.

Die folgenden Tabellen beinhalten dabei nur die sich aus der Regression ergebenden relevanten und somit in die Gleichung aufgenommenen Variablen.

#### 4.5.1. Milchleistung

Bei der schrittweisen multiplen linearen Regression mit Berücksichtigung aller oben genannter Faktoren ergeben sich die sieben in Tabelle 72 dargestellten Variablen als signifikant und werden somit in die Regressionsgleichung aufgenommen.

Höherer Milchproteintrag geht mit höherer Milchleistung einher. Bestandsprobleme mit der Klauen- und Gliedmaßengesundheit und Labmagenverlagerungen wirken sich negativ auf die Milchleistung der Kühe aus. Beide Probleme zusammen ergäben ein Defizit von etwas über 400 kg pro Laktation. Das Auftreten von Fruchtbarkeitsproblemen und Nachgeburtshaltungen führt dagegen zu höherer Milchleistung. Zusammen ergäbe sich ein Plus von etwas über 200 kg je Laktation. Eine Steigerung der Anzahl an Fütterungsgruppen hätte wiederum einen negativen, wenn auch kleinen Einfluss auf die Milchmengenleistung. Eine längere Rastzeit geht mit einer geringen Erhöhung der Milchleistung einher.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 72 dargestellte Modell beträgt 0,982.

Tabelle 72: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable y=Milchmengenleistung (in Kilogramm; n=341)

$x_n$	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	$R_{\text{partiell}}$ (p)
Milchproteinkilogramm	-647,208* (,032)	30,831** (,000)	0,984	371,7** (,000)	0,959** (,000)
Labmagenverlagerung		-226,995** (,000)	-0,105		0,057 (,167)
Klauen/Gliedmaßen		-197,535** (,000)	-0,100		-0,228** (,000)
Fertilitätsprobleme		118,224* (,013)	0,057		0,011 (,791)
N Fütterungsgruppen		-35,345* (,011)	-0,053		0,220** (,000)
Rastzeit		6,161* (,011)	0,052		0,007 (,881)
Nachgeburtshaltung		92,155* (,039)	0,046		-0,148** (,000)

$x_n$ =aufgenommene Variablen, N=Anzahl, Regressionsgleichung  $y=B_1*x_1 + B_2*x_2 \dots + B_n*x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B,  $R_{\text{partiell}}$ =partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman,  $R_{\text{(gesamtes Modell)}}=0,982$

## 4.5.2. Zellzahlen

Bei der schrittweisen multiplen linearen Regression mit Berücksichtigung aller oben genannter Faktoren ergeben sich sechs Variablen als signifikant und werden damit in die Regressionsgleichung aufgenommen (Tabelle 73).

Danach hätte ein Bestand mit Mastitisproblemen eine etwa 78.000 Zellen pro Milliliter höhere Zellzahl als ein Bestand ohne solche Probleme. Eine längere Zwischentragezeit bedeutete dabei ebenfalls eine Erhöhung der Zellzahlen im Bereich von etwa 15.000 mehr Zellen pro Milliliter bei 10 Tagen längerer Zwischentragezeit. Auch Ketosebestände hätten danach etwa 38.000 mehr Zellen pro Milliliter im Tank im Gegensatz zu Beständen ohne Probleme mit Ketosen. Eine höhere Remontierungsrate führt zu niedrigeren Zellzahlen, ebenso wie ein höherer Milchproteinertrag. Bestände mit größeren Besamungsindizes bei Färsen hätten pro Mehrversuch 50.000 Zellen je Milliliter mehr in der Tankmilch. Der Zellzahlgehalt der Milch ist also von einer Reihe an Faktoren abhängig.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 73 dargestellte Modell beträgt 0,650.

Tabelle 73: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable  $y$ =Zellzahlgehalt der Milch (in 1000/ml;  $n=141$ )

$x_n$	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	$R_{\text{partiell}}$ (p)
Mastitis	242,765** (,000)	78,282** (,000)	0,471	11,808** (,000)	0,266** (,000)
Zwischentragezeit		1,422** (,007)	0,220		0,154** (,000)
Ketose		38,112* (,015)	0,194		0,054 (,209)
BI Färsen		50,530** (,008)	0,218		0,012 (,849)
Milchproteinkilogramm		-0,552* (0,13)	-0,210		-0,136** (,001)
Remontierungsrate		-3,044* (,018)	-0,199		-0,036 (,403)

$x_n$ =aufgenommene Variablen, BI=Besamungsindex, Regressionsgleichung  $y=B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 \dots + B_n \cdot x_n + a$ ,  $p$ =Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B,  $R_{\text{partiell}}$ =partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman,  $R_{(\text{gesamtes Modell})}=0,650$

## 4.5.3. Fruchtbarkeit – Kühe

### 4.5.3.1. Rastzeiten

Die multifaktorielle schrittweise lineare Regression ergibt die in Tabelle 74 aufgeführten relevanten Faktoren.

### 4.5.3. Fruchtbarkeit – Kühe

Ein um 1,0 höherer Besamungsindex hätte eine um 12 Tage kürzere Rastzeit zur Folge beziehungsweise zur Ursache.

Längeren Zwischentragezeiten gehen unter anderem längere Rastzeiten voran. Dabei bedeuteten 10 Tage längere Zwischentragezeiten etwa 4 Tage längere Rastzeiten. Mehr Fütterungsgruppen in der Herde verlängern die Rastzeiten ebenfalls. Panaritien als Bestandsproblem gehen mit etwas kürzeren Rastzeiten einher.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 74 dargestellte Modell beträgt 0,798.

Tabelle 74: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable  $y$ =Rastzeit (in Tagen;  $n=329$ )

$x_n$	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	$R_{\text{partiell}}$ (p)
Zwischentragezeit	49,191** (,000)	0,435** (,000)	0,666	43,271** (,000)	0,536** (,000)
Besamungsindex		-12,001** (,000)	-0,597		-0,123** (,008)
N Fütterungsgruppen		0,793* (,025)	0,139		-0,089 (,059)
Panaritium		-3,604* (,050)	-0,127		-0,054 (,269)

$x_n$ =aufgenommene Variablen, Regressionsgleichung  $y=B_1*x_1 + B_2*x_2 \dots + B_n*x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B,  $R_{\text{partiell}}$ =partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman,  $R_{\text{(gesamtes Modell)}}=0,798$

#### 4.5.3.2. Zwischentragezeiten

Bei der schrittweisen multiplen linearen Regression mit Berücksichtigung aller oben genannter Faktoren ergeben sich vier Variablen als signifikant und werden damit in die Regressionsgleichung aufgenommen (Tabelle 75).

Dabei sind die Zusammenhänge mit der Rast- und Zwischenkalbezeit sowie des Besamungsindex aus der vorhandenen logischen Verknüpfung zu erwarten gewesen. Einzig das Bestandsproblem Panaritien taucht als nicht zwangsläufig zu erwartender Faktor auf, wie auch schon bei der Rastzeit (Tabelle 74). Ein Vorhandensein eben dieses Problems im Betrieb führt zu einer im Durchschnitt etwa 7,5 Tage länger dauernden Zwischentragezeit.

Längere Rastzeiten führen zu längeren Zwischentragezeiten. Einer längeren Zwischenkalbezeit geht eine längere Zwischentragezeit voraus. Ein um eins höherer Besamungsindex führt zu einer im Durchschnitt etwa 14 Tagen längerer Zwischentragezeit, was man als einen Zyklus deuten könnte.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 75 dargestellte Modell beträgt 0,777.

#### 4.5.3.Fruchtbarkeit – Kühe

Tabelle 75: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable y=Zwischentragezeit (in Tagen, n=337)

X <sub>n</sub>	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	R <sub>partiell</sub> (p)
Zwischenkalbezeit	-78,392** (,000)	0,232** (,002)	0,242	37,611** (,000)	0,696** (,000)
Rastzeit		0,968** (,000)	0,632		0,467** (,000)
Besamungsindex		14,325** (,000)	0,465		0,419** (,000)
Panaritium		7,590** (,009)	0,175		-0,040 (,422)

x<sub>n</sub>=aufgenommene Variablen, Regressionsgleichung  $y=B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 \dots + B_n \cdot x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B, R<sub>partiell</sub>=partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman, R<sub>(gesamtes Modell)</sub>=0,777

#### 4.5.3.3. Zwischenkalbezeiten

In der multifaktoriellen schrittweisen linearen Regression mit Berücksichtigung aller oben genannten Faktoren ergeben sich nachfolgende sechs in Tabelle 76 aufgeführte Koeffizienten.

Auch hier tauchen die Rast- und Zwischenkalbezeit auf Grund der engen Verknüpfung nicht ganz unerwartet auf. Bei deren Verlängerung erhöht sich auch die Zwischenkalbezeit. Der Besamungsindex scheint in dieser Konstellation nicht von Bedeutung zu sein.

Tabelle 76: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable y=Zwischenkalbezeit (in Tagen, n=309)

X <sub>n</sub>	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	R <sub>partiell</sub> (p)
Zwischentragezeit	356,565** (,000)	0,504** (,000)	0,484	12,890** (,000)	0,696** (,000)
Rastzeit		0,258 (,072)	0,162		0,391** (,000)
Mortellaro		-5,702** (,008)	-0,212		-0,057 (,230)
Milchproteinkilogramm		-0,089* (,010)	-0,210		0,076 (,080)
Stoffwechselstörungen		-6,053** (,008)	-0,227		-0,064 (,164)
Ketose		5,245* (,047)	0,166		

x<sub>n</sub>=aufgenommene Variablen, Regressionsgleichung  $y=B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 \dots + B_n \cdot x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B, R<sub>partiell</sub>=partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman, R<sub>(gesamtes Modell)</sub>=0,666

Vorhandensein von Mortellaro im Bestand würde die Zwischenkalbezeit um knapp sechs Tage verkürzen. Bei Stoffwechselstörungen wäre es ein gut sechs Tage kürzeres Zwischenkalbeintervall. Ein Hinweis auf den Einfluss von Stress auf die Trächtigkeit. Zehn Kilogramm mehr Proteinleistung im Jahr würden die Zwischenkalbezeit um knapp einen Tag verkürzen.

### 4.5.3. Fruchtbarkeit – Kühe

Ketosen im Bestand führen zu längeren Zwischenkalbezeiten. Sie sind Ausdruck einer nicht ausreichenden Energieversorgung der Kuh.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 76 dargestellte Modell beträgt 0,666.

#### 4.5.3.4. Besamungsindex – Kühe

Bei der schrittweisen multiplen linearen Regression mit Berücksichtigung aller oben genannter Faktoren ergeben sich die in Tabelle 77 aufgeführten Koeffizienten. Dabei handelt es sich ausschließlich um weitere Kennzahlen der Fruchtbarkeit.

Der positive Zusammenhang zwischen Zwischentragezeit und Besamungsindex scheint logisch. Eine um zwei Wochen längere Rastzeit ginge mit einem halben Besamungsversuch weniger pro Kuh einher. Es besteht außerdem ein positiver Zusammenhang zwischen dem Besamungsindex bei den Färsen und den Kühen des selben Betriebes besteht. Ein wichtiger Hinweis auf den Einfluss der Umwelt auf diese Variablen. Eine geringe gegensätzlich Verknüpfung des Besamungsindex mit dem Erstkalbealter besteht, was als auf eine Abhängigkeit des Besamungsindex auch vom Betriebsmanagement bedeuten könnte.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 77 dargestellte Modell beträgt 0,766.

Tabelle 77: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable y=Besamungsindex bei Kühen (in Anzahl Versuche, n=262)

$x_n$	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	$R_{\text{partiell}}$ (p)
Rastzeit	3,916** (,000)	-0,033** (,000)	-0,660	35,244** (,000)	-0,225** (,000)
Zwischentragezeit		0,018** (,000)	0,562		0,419** (,000)
Erstkalbealter		-0,060** (,001)	-0,225		-0,238** (,000)
BI Färsen		0,224** (,007)	0,192		0,437** (,000)

$x_n$ =aufgenommene Variablen, BI=Besamungsindex, Regressionsgleichung  $y=B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 \dots + B_n \cdot x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B,  $R_{\text{partiell}}$ =partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman,  $R_{\text{(gesamtes Modell)}}=0,766$

#### 4.5.4. Fruchtbarkeitskennzahlen – Färsen

##### 4.5.4.1. Besamungsindex - Färsen

Die multifaktorielle lineare Regression unter Berücksichtigung aller oben genannter Faktoren ergibt die zwei in Tabelle 78 aufgeführten signifikanten Koeffizienten.

Der Besamungsindex einer Herde steht in gleichgerichtetem Zusammenhang für den Wert

#### 4.5.4. Fruchtbarkeitskennzahlen – Färsen

bei den Kühen und den Färsen. Dies könnte, zusammen mit dem weiteren relevanten Faktor Fütterungshäufigkeit, ein Hinweis auf die Abhängigkeit dieser Variablen von der Umwelt, wie dem Besamer, dem Standort, dem Umfeld der Tiere und so weiter, sein. Eine geringe positive Verknüpfung mit der Fütterungshäufigkeit besteht ebenfalls.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 78 dargestellte Modell beträgt 0,470.

Tabelle 78: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable y=Besamungsindex bei Färsen (in Anzahl Versuche, n=236)

$x_n$	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	$R_{\text{partiell}}$ (p)
Besamungsindex	0,281	0,378** (,000)	0,442	14,293**	0,437** (,000)
Fütterungshäufigkeit	(,324)	0,012* (,041)	0,182	(,00)	-0,050 (,427)

$x_n$ =aufgenommene Variablen, Regressionsgleichung  $y=B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 \dots + B_n \cdot x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B,  $R_{\text{partiell}}$ =partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman,  $R_{\text{(gesamtes Modell)}}=0,470$

#### 4.5.4.2. Erstbesamungsalter

Die multifaktorielle schrittweise lineare Regression über das Erstbesamungsalter unter Einschluss aller oben genannten Faktoren ergibt die drei in Tabelle 79 aufgelisteten Koeffizienten.

Einem höheren Erstkalbealter geht meist ein höheres Erstbesamungsalter voraus, was die Gleichung sinngemäß wiedergibt. Stille Brunst im Bestand hat ein um einen halben Monat höheres Erstbesamungsalter zur Folge. Wiederum ein Hinweis auf die Abhängigkeit der Fruchtbarkeit eines Bestandes von seinem Management und seiner Umwelt. Dafür spricht auch die Zahl der Fütterungsgruppen als signifikanter Einflussfaktor auf das Erstbesamungsalter.

Tabelle 79: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable y=Erstbesamungsalter (in Monaten, n=364)

$x_n$	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	$R_{\text{partiell}}$ (p)
Erstkalbealter	-7,299** (,000)	0,871** (,000)	0,837	96,7** (,000)	0,747** (,000)
Stillbrunst		0,497* (,033)	0,115		0,186** (,000)
N Fütterungsgruppen		0,120* (,041)	0,107		-0,171** (,000)

$x_n$ =aufgenommene Variablen, N=Anzahl, Regressionsgleichung  $y=B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 \dots + B_n \cdot x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B,  $R_{\text{partiell}}$ =partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman,  $R_{\text{(gesamtes Modell)}}=0,862$

#### 4.5.4. Fruchtbarkeitskennzahlen – Färsen

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 79 dargestellte Modell beträgt 0,862.

##### 4.5.4.3. Erstkalbealter

Bei der schrittweisen multiplen linearen Regression mit Berücksichtigung aller oben genannter Faktoren ergeben sich die in Tabelle 80 aufgeführten signifikanten und damit einzuschließende Faktoren .

Der gleich sinnige Zusammenhang von Erstbesamungs- und Erstkalbealter ist offensichtlich. Die Faktoren Fütterungsgruppenzahl und Fertilitätsprobleme deuten auch hier auf die Umwelt und das Management eines Betriebes als nicht unwesentliche Einflüsse auf das Erstkalbealter.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 80 dargestellte Modell beträgt 0,869.

Tabelle 80: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable y=Erstkalbealter (in Monaten, n=375)

$x_n$	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	$R_{\text{partiell}}$ (p)
Erstbesamungsalter	14,333** (,000)	0,767** (,000)	0,797	102,6** (,000)	0,747** (,000)
N Fütterungsgruppen		-0,173** (,002)	-0,161		-0,206** (,000)
Fertilitätsprobleme		0,374* (,033)	0,113		0,097* (,030)

$x_n$ =aufgenommene Variablen, N=Anzahl, Regressionsgleichung  $y=B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 \dots + B_n \cdot x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B,  $R_{\text{partiell}}$ =partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman,  $R_{(\text{gesamtes Modell})}=0,869$

##### 4.5.5. Remontierungsrate

Schließt man alle oben genannten Faktoren in die multifaktorielle schrittweise lineare Regression über die Remontierungsrate ein, ergeben sich als signifikante Faktoren die Milchmengenleistung und die Zwischentragezeit der Herde.

Tabelle 81: Schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse über die Variable y=Remontierungsrate (in Prozent, n=422)

$x_n$	a (p)	B (p)	Beta	F (p)	$R_{\text{partiell}}$ (p)
Jahresmilchleistung	35,825** (,000)	-0,001* (,016)	-0,233	5,6** (,005)	-0,140** (,001)
Zwischentragezeit		0,081* (,044)	0,193		0,037 (,566)

$x_n$ =aufgenommene Variablen, Regressionsgleichung  $y=B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 \dots + B_n \cdot x_n + a$ , p=Signifikanzniveau, Beta=standardisiertes B,  $R_{\text{partiell}}$ =partieller Korrelationskoeffizient nach Spearman,  $R_{(\text{gesamtes Modell})}=0,315$

#### 4.5.5.Remontierungsrate

---

Höhere Jahresmilchleistung führten zu niedrigeren Remontierungsraten. Allerdings ist für eine Erniedrigung um 1% eine um etwa 1.000 Kilogramm höhere Milchmenge nötig. Längere Zwischentragezeiten erhöhten die Remontierungsrate, 10 Tage länger bedeutete dabei eine um etwa ein Prozent höhere Remontierungsrate. Jedoch ist die zugehörige Korrelation nach Spearman nicht signifikant. Hohe Milchleistung und eine befriedigende Fruchtbarkeit stellen einen guten Schutz vor Abgang aus der Herde dar.

Die Korrelation für das gesamte in Tabelle 81 dargestellte Modell beträgt 0,315.

## 5. Diskussion

### 5.1. Anamnesedaten

Eine aussagekräftige Statistik setzt unter anderem eine zufällige Auswahl von Daten voraus. Im Fall dieser Datenbank sind die Betriebe nicht rein zufällig gewählt. Die Betriebe sind aus eigenem Interesse an die Klinik für Klauentiere der Freien Universität Berlin herangetreten, um eventuelle Probleme ihres Bestandes aufzudecken oder auch den Zustand der Herde kontrollieren zu lassen. Dies bedeutet zum einen eine besondere Motivation des Betriebes und lässt zum anderen möglicherweise den Schluss auf ein aufmerksames Management zu.

Weiterhin ist es im Sinne einer guten Statistik von Vorteil, mit normalverteilten Datensätzen zu arbeiten. Auch dies ist in dieser Datenbank nicht immer gegeben. Jedoch sind die meisten betrachteten Variablen zumindest in der Art verteilt, welche die Annahme einer Normalverteilung im Sinne einer größeren Auswahl an möglichen Testverfahren zulässt.

### 5.2. Einfluss der Zeit

Der Verlauf der medianen Herdengröße zeigte keine klare Richtung (Abbildung 11). Anders als die tatsächliche Entwicklung innerhalb Deutschlands [destatis.de, 2011]. In der Statistik über den Tierbestand in Deutschland ist die Anzahl an gehaltenen Tieren seit Jahren rückläufig, wobei sich die Zahl der Betriebe ebenfalls verringert hat. Die Anzahl der Tiere pro Bestand erhöhte sich kontinuierlich.

Mittels Auswertung der vorhandenen Datensätze lässt sich gut ein Anstieg der Milchmenge im Laufe der Zeit erkennen (Abbildung 12). Dieses Ergebnis ist gut mit der tatsächlichen Entwicklung der Milchleistung in Deutschland vergleichbar (Abbildung 1). Ein Stopp dieser Entwicklung aufgrund körperlicher Möglichkeiten der Tiere sieht zumindest die Physiologie nicht. Hiernach sind auch in der weiteren Zukunft erhebliche Leistungssteigerungen zu erwarten [KROEMKER et al., 2007; ROSSOW, 2008; STANGASSINGER, 2011]. Ebenfalls gut sichtbar ist der Abfall der Milchleistungsparameter Fett und Protein im Laufe des Auswertungszeitraumes (Abbildungen 13, 14). Der Anstieg der Milchinhaltsstoffe in Kilogramm ist dabei deutlich schwächer ausgeprägt als der der Milchmengenleistung selber (Abbildungen 15, 16). Dies lässt den Schluss zu, dass der Anstieg der Milchleistung über die Jahre zu einem nicht ganz unwesentlichen Teil durch eine Zunahme des Wassergehalts geschehen ist. Da die Laktose der wichtigste Faktor für die Diffusion von Wasser in das Euter und damit in die Milch ist, wäre eine Betrachtung des Laktosegehalts der Milch über die Zeit möglicherweise

ebenfalls interessant.

Entgegen den Entwicklungen der Milchleistungsparameter über die Jahre ist das Bild für die Zellzahlen ein anderes. Zwar ergeben sich in der Varianzanalyse signifikante Unterschiede zwischen den Jahren, jedoch kann bei Betrachtung des zugehörigen Diagramms keine klare Richtung für die Entwicklung benannt werden (Abbildung 17). Die medianen Werte schwanken vielmehr alternierend um einen Wert von etwas über 200.000 Zellen pro Milliliter Milch. Unter dem Aspekt des Zellzahlgehalts der Milch als wichtigstem Indikator für die Eutergesundheit [KROEMKER et al., 2007], hat sich diese in den Jahren von 1996 bis 2010 nicht signifikant verbessert oder verschlechtert. Von dem Ziel 100.000 Zellen pro Milliliter Milch und damit einem gesunden Euter [KROEMKER et al., 2007] ist man jedoch weit entfernt. Nach EMANUELSON und FUNKE (1991), PÖSÖ und MÄNTYSAARI (1996) sowie RUPP und BOICHARD (1999) ist der somatische Zellzahlgehalt der Milch ein nur mäßig geeigneter Parameter zur Beurteilung der Eutergesundheit.

Alle Fruchtbarkeitsparameter der Kühe sind deutlich ansteigend über die Jahre, mit Ausnahme der Rastzeit (Abbildungen 18-21).

Die Rastzeit ergibt sich aus der freiwilligen Wartezeit, welche der Betrieb nach eigenem Ermessen festlegt, und der unfreiwilligen Wartezeit. Die unfreiwillige Wartezeit ist der Zeitraum, der sich der freiwilligen Wartezeit anschließt und bis hin zur ersten Besamung erstreckt. Die Rastzeit ist während des Untersuchungszeitraums stabil (Abbildung 18). HARRISON et al. (1990) und KINSEL und ETHERINGTON (1998) beschreiben eine Zunahme der Rastzeit bei höherer Milchleistung. Solch einen Anstieg kann diese Arbeit über den Umweg der steigenden Jahre und der damit verbundenen gestiegenen Milchmengenleistung nicht nachweisen.

Die Zwischentragezeit oder auch Gützeit beschreibt den Zeitraum, der zwischen der Abkalbung und der erneuten Trächtigkeit entsteht. Sie beinhaltet neben der Rastzeit die Verzögerungszeit, welche sich durch eventuell nötige zusätzliche Besamungsversuche ergibt. Die Entwicklung der Gützeit in dieser Arbeit gleicht der der Milchleistungsentwicklung im selben Zeitraum (Abbildungen 12 und 19). Dies stimmt mit BARKEMA et al. (1994) überein, die eine verlängerte Gützeit mit steigender Milchleistung sehen. PATTON et al. (2007) teilen diese Ansicht nicht.

Die Zwischenkalbezeit ist der Zeitraum, der zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kalbungen liegt. Er schließt die Zwischentragezeit und die Trächtigkeitsdauer ein. Hier ähnelt der Verlauf der Mediane über die Zeit aufgrund der starken Abhängigkeit dem der Zwischentragezeit und damit ebenfalls dem der Milchleistung über die Jahre in Übereinstimmung mit HULT-

GREN et al. (2004), die einen Zusammenhang steigender Milchleistung mit längerem Zwischenkalbeintervall nachwiesen (Abbildung 20).

Der Besamungsindex gibt die durchschnittliche Anzahl Besamungsversuche pro Kuh je Trächtigkeit einer Herde an. Auch hier besteht ein logischer starker Zusammenhang mit anderen Fruchtbarkeitskennzahlen wie der Zwischentrage- und Zwischenkalbezeit. Jedoch ist der hier ermittelte Anstieg dieser Variable stärker als der der Güt- und Zwischenkalbezeit (Abbildung 21). LYONS et al. (1991) und BERRY et al. (2003) wiesen eine positive Beziehung zwischen Besamungsindex und Milchleistung nach. Andere Autoren kommen nicht zu diesem Ergebnis [BUCKLEY et al., 2000].

Der Besamungsindex bei Färsen liegt in der Regel niedriger als jener bei Kühen. Es konnte keine wesentlich Veränderung über die Zeit festgestellt werden (Abbildung 22).

KINSEL und ETHERINGTON (1998) weisen auf mangelhafte Brunsterkennung als Hauptursache für eine unbefriedigende Fruchtbarkeit hin. Auch Lahmheiten kommen als Faktor für schlechte Fruchtbarkeit in Frage [BARKEMA et al., 1994; WALKER et al., 2008]. In einer etwa 80 Jahre alten Studie betrug die durchschnittliche Gützeit 174 Tage [GAINES, 1927]. In dieser Datenbank sind es im Schnitt unter 130 Tagen (Tabelle 31). Dies sollte möglicherweise auch bei Diskussionen um schlechte Fruchtbarkeit bedacht werden .

Färsen werden heute wesentlich zeitiger besamt als noch vor zehn oder fünfzehn Jahren. Sie kalben dementsprechend auch zeitiger (Abbildungen 23, 24). Eine Managemententscheidung, welche zum Beispiel eine Möglichkeit darstellt, die ineffektive Aufzuchtphase zu verkürzen. Somit könnte die Lebens effektivität einer Milchkuh gesteigert werden [EILERS, 2007].

Deutlich sichtbar ist eine Veränderung der Entwicklung der Remontierungsrate über den betrachteten Zeitraum. Zunächst deutlich ansteigend, erreicht sie um die Jahrtausendwende ihren Höhepunkt und folgt von da an einem abfallenden Trend (Abbildung 25). Bei einer daraus resultierenden längeren Nutzungsdauer der Tiere könnte dem leistungsphysiologischen Optimum, welches nachweislich erst in späteren Laktationen erreicht wird [ANACKER, 2007], etwas näher gekommen werden.

### 5.3. Einfluss des Bundeslandes

Die Werte der untersuchten Parameter unterscheiden sich zum großen Teil erheblich zwischen den Bundesländern.

Die Herdengröße, die Milchleistungsparameter sowie die untersuchten Fruchtbarkeitskennzahlen mit Ausnahme der Zwischenkalbezeit und dem Besamungsindex bei Färsen unterscheiden sich wesentlich zwischen den einzelnen Bundesländern. Dies stimmt beispielsweise mit den Ergebnissen von LANDMANN et al. (2004) überein, für die Störungen der Fruchtbarkeit auch auf das Management des Betriebes zurückzuführen sind. Verschiedene Autoren bezeichnen Fruchtbarkeit als ein umweltabhängiges Merkmal mit nur geringer Erbllichkeit (Tabelle 15).

Das Management der verschiedenen Bundesländer bezüglich der Färsen unterscheidet sich ebenfalls deutlich. Färsenerstbesamungen und auch Erstkalbungen finden im Vergleich zwischen den Ländern unterschiedlich zeitig statt. Der Besamungsindex bei den Färsen unterscheidet sich dagegen nicht wesentlich zwischen den Standorten.

Die Remontierungsrate unterscheidet sich ebenfalls nicht wesentlich zwischen den verschiedenen Bundesländern.

Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass bei Vergleich von Herdenleistungsparametern der Standort der Herde nicht ganz unwesentlich ist. Anders gesagt, ist der Betrieb selber beziehungsweise sein Management ein nicht zu unterschätzender Faktor. Dies stimmt mit den Ergebnissen von FLEISCHER et al. (2001) überein, die ebenfalls auf Haltung und Management als Faktoren hinweisen.

Die Umwelt im Allgemeinen hat großen Einfluss auf etwa das Fruchtbarkeitsgeschehen [HILLERS et al., 1984; GRÖHN et al., 1990b].

Studien unter weitgehendem Ausschluss des Faktors Umwelt könnten danach wiederum nur innerhalb des selben Bestands aussagekräftige Ergebnisse liefern.

### 5.4. Einfluss der Herdengröße

Ein nachweislicher Effekt der Herdengröße ergibt sich für den durchschnittlichen Zellzahlgehalt der Milch. 500 Kühen mehr in der Herde würden danach 10.000 Zellen pro Milliliter weniger in der Tankmilch bedeuten (Tabelle 45). Ein zwar geringer jedoch signifikanter Zusammenhang. Das könnte ein Hinweis darauf sein, dass größere Herden möglicherweise fachmännischer arbeiten. Es könnte aber auch bedeuten, dass in größeren Herden einzelne Tiere mit höheren Zellzahlen in der Tankmilch einfach weniger ins Gewicht fallen. Im Widerspruch zu den Ergebnissen der Zellzahlen haben größere Herden nachweislich häufiger Probleme mit Mastitiden im Bestand (Tabelle 52). ØDEGARD et al. (2004) halten die Eutergesundheit beziehungsweise den Zellzahlgehalt der Milch und die Beziehung zur Milchleistung

für höchst bestandsspezifische Werte.

Auf die Milchleistungsparameter wie Menge, Fett- und Proteingehalt hat die Herdengröße keinen nachweislichen Einfluss.

Die Günstzeit und die Herdengröße sind schwach signifikant negativ miteinander verknüpft. Danach hätten größere Herden kürzere Zwischentragezeiten. Diese Verbindung ist allerdings sehr schwach und das Ergebnis lässt sich in anderen Testverfahren nicht wiederholen. Die weiteren Fruchtbarkeitskennzahlen der Kühe sind nicht nachweisbar durch die Herdengröße beeinflusst (Tabellen 46, 47).

Für die Fruchtbarkeitskennzahlen der Färsen bestehen signifikante Zusammenhänge mit der Herdengröße. Diese Korrelationen sind sämtlich negativ. Außerdem sind sie recht schwach. Trotzdem werden Färsen tendenziell in größeren Herden zeitiger besamt, kalben früher und benötigen weniger Besamungen zur Trächtigkeit (Tabellen 48, 49).

Die Remontierungsrate ist signifikant positiv mit der Herdengröße verbunden und steigt demnach mit steigender Tierzahl (Tabellen 50, 51).

Die Bestandsprobleme allgemeine Fruchtbarkeit, stille Brunst, schlechte Besamungsergebnisse sowie Ovarialzysten sind nicht nachweisbar von der Herdengröße beeinflusst. Im Anschluss an das Kalben jedoch ergibt sich ein anderes Bild: Puerperalstörungen, Nachgeburtsverhaltungen und Endometritiden sind in größeren Herden deutlich häufiger ein Bestandsproblem im Vergleich mit kleineren Herden (Tabelle 53). MARTINEZ und THIBIER (1984) konnten in ihrer Studie ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Metritiden und verschiedenen Herden feststellen. Möglicherweise ein Hinweis darauf, wie viele Tiere maximal pro Mitarbeiter betreut werden können oder sollten.

Ein Zusammenhang zwischen der Herdengröße und verschiedenen Stoffwechselproblemen wie Ketosen und Gebärparesen im Bestand lässt sich nicht nachweisen. Lediglich die Labmagenverlagerungen haben die Tendenz häufiger in größeren Herden aufzutreten (Tabelle 54).

Für die Klauengesundheit eines Bestandes und ihr Zusammenhang mit der Herdengröße ergeben sich signifikante positive Werte für Klauensohlengeschwüre und Panaritien. Beide Erkrankungen kommen demnach gehäuft in größeren im Vergleich zu kleineren Herden vor. Die allgemeine Klauen- und Gliedmaßengesundheit, Mortellaro und andere Lahmheiten sind nicht wesentlich assoziiert mit der Größe eines Bestandes (Tabelle 55).

Nach der Meinung dieses Autors ist die Herdengröße als einer von vielen Umweltfaktoren zu

betrachten. Die niedrigeren Zellzahlen und die Entscheidungen bezüglich des Färsenmanagements lassen die Vermutung zu, dass größere Betriebe möglicherweise fachkundiger arbeiten.

## 5.5. Einfluss der Milchleistung

### 5.5.1. Eutergesundheit

Die Milchleistung einer Herde ist negativ verknüpft mit dem durchschnittlichen Gehalt an Zellen in der Tankmilch. Dies gilt für alle untersuchten Parameter Milchmenge, Milchfettkilogramm und Milchproteinkilogramm (Tabellen 58, 59). Zu diesem Ergebnis kamen auch EMANUELSON und FUNKE, 1991; WANGLER und HARMS (2006) und BLOEMHOF et al. (2009). Zu gegensätzlichen Erkenntnissen kamen beispielsweise HULTGREN et al. (2004) und HINRICHS et al. (2005). Sie sahen positive Zusammenhänge zwischen Milchmenge und Zellzahlgehalten. Die multifaktorielle Regressionsanalyse ergibt als für die Zellzahl relevante Faktoren Mastitiden und Ketosen sowie andere Herdenparameter (Tabelle 72). Danach wäre die Milchleistung als Faktor irrelevant.

Herden mit Mastitis als Bestandsproblem haben höhere Zellzahlgehalte in der Milch [KROEMKER et al., 2007]. Damit ließe sich aufgrund des negativen Zusammenhangs der Tankmilchzellzahlen und der Milchmenge sagen, Herden mit höheren Milchleistungen haben weniger Bestandsprobleme mit Mastitiden. Dies ergibt sich auch ohne den Umweg über die Zellzahlen im entsprechenden t-Test über die Milchleistungsparameter und Mastitis als Bestandsproblem (Tabelle 67). Höher leistende Herden haben danach signifikant seltener Probleme mit Mastitiden. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen HEUER et al. (1999), AEBERHARD et al. (2001) und APPUHAMY et al. (2007). Im Widerspruch dazu stehen die Ergebnisse der meisten anderen Studien [BIGRAS-POULIN et al., 1990; LESCOURRET et al., 1995; PEELER et al., 2000; FLEISCHER et al., 2001; HULTGREN et al., 2004; HINRICHS et al., 2005; PEDERNERA et al., 2008].

GRÖHN et al. (1995) geben in diesem Zusammenhang zu bedenken, dass hier eine Verzerrung von Ergebnissen auf Grund von Selektion nach Milchleistung in der Herde nicht ausgeschlossen sei. Kühe mit niedrigeren Milchleistungen würden im Zusammenhang mit Mastitiden häufiger aussortiert als höher leistende Tiere. Weiterhin liegt der Umkehrschluss nahe, dass Herden ohne das Bestandsproblem Mastitis Kühe mit gesünderen Eutern haben, die dann folglich auch mehr Milch geben können.

Einen nicht unwesentlichen Aspekt der Eutergesundheit stellt die deutliche Gewebsbelas-

tung beim Maschinenmelken dar [KROEMKER et al., 2007]. Zusammen mit den Ergebnissen bezüglich des Standorts und der Herdengröße lässt sich sagen, die Eutergesundheit kann nicht alleine durch eine hohe oder niedrige Milchleistung erklärt werden. Ein wesentlicher Aspekt der Eutergesundheit ist das Herdenmanagement.

### 5.5.2. Fruchtbarkeitsgesundheit

Die Klärung der Beziehung zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit ist schon recht lange Ziel wissenschaftlicher Bemühungen. Bereits von Anfang des 20. Jahrhunderts existieren Studien zu diesem Thema [GAINES, 1927]. Dabei sind die Ursachen unbefriedigender Herdenfruchtbarkeit mannigfaltig [LANDMANN et al., 2004]. Nach BUSCH (2004) ist niedrige Milchleistung weniger ein Faktor für bessere Fruchtbarkeit als ein Hinweis auf mangelhafte Fütterung und Haltung. Spitzenmilchleistungen stünden einer optimalen Fruchtbarkeit keineswegs im Wege. Fortpflanzungsfunktionen können nur bei einer guten Tiergesundheit korrekt ablaufen.

Die Korrelationen zwischen der Milchmenge und den Fruchtbarkeitsparametern sind mit Ausnahme der Rastzeit positiv und signifikant (Tabelle 60). Dies stimmt mit den Ergebnissen von LEE et al. (1997), SNIJDERS et al. (2001), BERRY et al. (2003) und HULTGREN et al. (2004) überein, die ebenfalls einen antagonistischen Zusammenhang zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeitsparametern feststellten. FONSECA et al. (1983), McCULLOUGH (1993), BUCKLEY et al. (2000), AEBERHARD et al. (2001), PATTON et al. (2007) und PEDRNERA et al. (2008) dagegen sahen einen solchen Einfluss nicht. Beinahe alle Fruchtbarkeits- sowie Stoffwechselerkrankungen stünden in irgendeiner Weise im Zusammenhang [GRÖHN et al., 1990b].

Untersucht man statt der Milchmenge die weiteren Milchleistungsparameter Milchfettkilogramm und Milchproteinkilogramm, ergibt sich nur noch für den Besamungsindex eine signifikante und positive Korrelation (Tabelle 60). Bei der Regressionsanalyse dieser Variablen ergibt sich ein ähnliches Bild (Tabellen 61). Zwar sind auch dort die Zusammenhänge antagonistisch jedoch sehr schwach. Eine Leistungssteigerung um 1.000 kg bedeutete demnach eine um 2 Tage längere Zwischentrage- beziehungsweise Zwischenkalbezeit.

Bei der multifaktoriellen Regression über die verschiedenen Fruchtbarkeitskennzahlen der Kühe fallen mehrere Dinge auf: Klauenerkrankungen tauchen als Einflussfaktoren auf die Fruchtbarkeit auf. Dabei bedingten Panaritien eine kürzere Rastzeit, jedoch eine längere Zwischentragezeit. Mortellaro im Bestand würde wiederum zu kürzeren Zwischentragezeiten

führen (Tabellen 74-76). BARKEMA et al. (1994) und WALKER et al. (2008) konnten einen nachteiligen Effekt der Klauengesundheit auf die Fruchtbarkeit feststellen, auch wenn dieser zum Teil nicht signifikant war.

Für die Zwischenkalbezeit ergibt die multiple Faktorenanalyse als weitere signifikante Einflüsse im Bestand vorhandene Stoffwechselstörungen (Tabelle 76). Diese verkürzten die Zwischenkalbezeit bei Vorhandensein. Weiterhin spielten die Milchproteinkilogramm eine Rolle. Eine Steigerung erniedrigte das Zwischenkalbeintervall, wenn auch nur geringfügig. Zusammen mit dem Faktor Klauengesundheit ein deutlicher Hinweis auf den Einfluss von Stress und der Umwelt auf das Fruchtbarkeitsgeschehen in einer Herde.

Weitere signifikante Faktoren auf die Fruchtbarkeit waren ausschließlich die anderen Fruchtbarkeitsmerkmale. Erwähnenswert ist vor allem noch der Zusammenhang zwischen Rastzeit und dem Besamungsindex. Eine etwas längere Rastzeit hätte eine nicht unwesentliche Reduktion des Besamungsindex zur Folge. Umgekehrt hängt ein höherer Besamungsindex maßgeblich von einer kürzeren Rastzeit ab (Tabellen 74, 77). Ein Umstand, dem man mehr Beachtung schenken sollte.

Die Besamungsindizes von Kühen und Färsen einer Herde stehen im gleichgerichteten Zusammenhang (Tabellen 77, 78). Eine Tatsache, die für die Wichtigkeit der Umwelt der Tiere sowie für das Management der Herde spricht. Tiere des selben Betriebes erhalten beispielsweise ähnliches Futter, werden ähnlich gehalten, sind meist im selben Betrieb aufgewachsen, werden häufig vom selben Besamer betreut und so weiter.

Weiterhin scheint ein Zusammenhang zwischen der Färsenfruchtbarkeit und dem Fruchtbarkeitsgeschehen in der Herde zu bestehen. In Herden, die Stillbrunst als Bestandsproblem angeben, besamen ihre Färsen später. In Betrieben mit Fruchtbarkeitsproblemen kalben zudem die Färsen später (Tabellen 79, 80). BERGER et al. (1981) und SEYKORA und McDANIEL (1983) kamen in ihren Studien zu dem Ergebnis, dass früher kalbende Färsen später höhere Milchleistungen hätten. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommt diese Studie. Höher leistende Herden haben signifikant niedrigere Erstbesamungs- sowie Erstkalbealter (Tabelle 63).

Im Bereich der allgemeinen Fruchtbarkeitsstörungen auf Bestandsebene kann kein wesentlicher Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der allgemeinen Fruchtbarkeitsgesundheit der Herde und Ovarialzysten festgestellt werden (Tabelle 68, 69). ZULU und PENNY (1998), AEBERHARD et al. (2001) und PEDERNERA et al. (2008) konnten ebenfalls keinen Einfluss der Milchleistung auf das Auftreten von Ovarialzysten feststellen, anders als LA-

PORTE et al. (1994), GRÖHN et al. (1995), HEUER et al. (1999), FLEISCHER et al. (2001) und HOOIJER et al. (2001). Ovariell bedingte Störungen seien bedingt durch eine unzureichende Energiezufuhr [BUSCH, 2004]. Da nun hohe Milchleistung ein Ausdruck guter Energieversorgung ist, sollten diese Tiere tatsächlich weniger Probleme mit Ovarialzysten haben.

Schlechte Besamungsergebnisse liefern nur im Zusammenhang mit der Milchmenge einer Herde ein signifikantes Ergebnis (Tabelle 68). Demnach hätten Herden mit höheren Milchmengen schlechteren Besamungserfolg. Ähnliches ergaben die Studien von BUTLER und SMITH (1989), KINSEL und ETHERINGTON (1998), SNIJDERS et al. (2001) und BERRY et al. (2003). Die weiteren Milchleistungsparameter Milchfettkilogramm und Milchproteinkilogramm liefern dahingehend keine signifikanten Ergebnisse (Tabelle 68). Dies stimmt mit den Ergebnissen von BUCKLEY et al. (2000), AEBERHARD et al. (2001), CHEBEL et al. (2003) und PEDERNERA et al. (2008) überein, die ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen der Milchleistung und dem Besamungsindex sahen.

Stille Brunst als Bestandsproblem ist mit allen untersuchten Milchleistungsparametern signifikant verknüpft (Tabelle 68). Herden mit stiller Brunst hatten signifikant weniger Milchleistung. Zum gegenteiligen Schluss kamen GRÖHN et al. (1990b), HARRISON et al. (1990) und BERRY et al. (2003).

Probleme mit Nachgeburtshaltungen im Bestand sind ebenfalls signifikant mit allen betrachteten Milchleistungsparametern verbunden (Tabelle 69). Herden ohne solche Probleme haben signifikant mehr Milch, mehr Milchfett- sowie Milchproteinkilogramm. Ähnliches ergab auch die Studie von HEUER et al. (1999). CURTIS et al. (1985), GRÖHN et al. (1995), AEBERHARD et al. (2001), PEDERNERA et al. (2008) konnten keinen Zusammenhang zwischen der Milchleistung und Nachgeburtshaltungen feststellen. Die Parität einer Kuh habe wesentlichen Einfluss auf die Inzidenz für Nachgeburtshaltungen [FLEISCHER et al., 2001; HERINGSTAD et al., 2005]. Kühe in späteren Laktationen geben mehr Milch. Außerdem sehen einige Autoren Verbindungen zu weiteren Umständen, wie vorausgegangene Schweregeburt oder Milchfieber [CURTIS et al., 1985; ERB et al., 1985].

Puerperalstörungen im Allgemeinen und Metritiden im Besonderen sind nicht signifikant mit der Milchleistung einer Herde verknüpft (Tabelle 69). Einen antagonistischen Zusammenhang der Milchleistung mit Metritiden sehen GRÖHN et al. (1990b) - nicht so eine Vielzahl anderer Autoren (Tabelle 17).

FONSECA et al. (1983) und EICKER et al. (1996) weisen auf eine mögliche Bias bezüglich der Fruchtbarkeitskennzahlen hin. Kühe mit schlechter Fruchtbarkeitsleistung und niedrige-

### 5.5.2. Fruchtbarkeitsgesundheit

---

ren Milchleistungen gingen eher aus der Herde ab als höher leistende Tiere mit gleichen Fruchtbarkeitsverhältnissen. Deshalb erscheinen Tiere mit höheren Milchleistungen vermeintlich öfter in solchen Statistiken.

Zur Weiterentwicklung und dem Fortbestand der Art ist eine ausreichende und qualitativ hochwertige Milchmengenleistung zwingend notwendig. Das heißt, sie muss auch regulatorisch mit hoher Priorität gegenüber anderen physiologischen Prozessen abgegrenzt werden [STANGASSINGER, 2011]. Zu diesem Ergebnis passen die Resultate der multiplen linearen Regressionsanalyse für die Milchmengenleistung (Tabelle 72). Hier führen Fruchtbarkeitsprobleme sowie längere Rastzeiten zu höheren Milchmengenleistungen.

Die Faktoren mit dem größten Potential, die Gützeit im Herdendurchschnitt und damit die Fruchtbarkeit des Betriebes zu beeinflussen, sind die Östruserkennung und die Konzeptionsrate [KINSEL und ETHERINGTON, 1998].

Nach BUSCH (2010) ist eine hohe Milchleistung ein Ausdruck einer guten Tiergesundheit und steht damit einer guten Fruchtbarkeit nicht im Wege. Zu diesem Schluss kommt auch diese Studie im Zusammenhang mit Fruchtbarkeitsproblemen im Bestand.

### 5.5.3. Stoffwechselgesundheit

Zwischen den allgemeinen Stoffwechselstörungen und der Milchleistung eines Betriebes besteht kein wesentlicher Zusammenhang (Tabelle 70). Dies stimmt mit den Ergebnissen von BREVES und RODEHUTSCORD (2000), KROEMKER et al. (2007), STANGASSINGER (2011) und ROSSOW (2008) überein, die die Milchleistung und damit die Stoffwechselleistungen der Milchkühe noch längst nicht an ihrer oberen Grenze angekommen sehen. Limitierende Faktoren seien lediglich eine tiergerechte Fütterung und Haltung sowie ein fachkundiges Management.

Ein Zusammenhang zwischen Milchleistung und Gebärpausen als Bestandsproblem ergibt sich in dieser Studie ebenfalls nicht (Tabelle 70). Zu ähnlichen Resultaten kamen auch ERB et al. (1985) GRÖHN et al. (1995) und AEBERHARD et al. (2001). URIBE et al. (1995) vermuteten gar auf Grund der sich in ihrer Studie ergebenden negativen genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Gebärpausen eine Art Resistenz gegen Gebärpausen bei Kühen mit hohem Milchleistungspotential. Anders DOHOO und MARTIN (1984), GRÖHN et al. (1989), HEUER et al. (1999) und FLEISCHER et al., 2001 – sie erhielten im Ergebnis antagonistische Zusammenhänge.

Ketosen als Bestandsproblem und die Milchleistung einer Herden sind ebenfalls nicht signifi-

kant miteinander assoziiert (Tabelle 70). DOHOO und MARTIN (1984), GRÖHN et al. (1995), AEBERHARD et al. (2001) und FLEISCHER et al. (2001) konnten ebenfalls keinen Einfluss der Milchleistung auf die Entwicklung von Ketosen feststellen. Über hauptsächlich unvorteilhafte Zusammenhänge zwischen den beiden Parametern schreibt INGVARTSEN et al. (2003) in seinem Review.

Bei den Labmagenverlagerungen als Bestandsproblem und dem möglichen Einfluss der Milchleistung darauf ergibt sich für die Milchmenge ein signifikanter Wert (Tabelle 70). Danach haben Herden mit höheren Milchmengen häufiger Probleme mit Labmagenverlagerungen. Antagonistische Zusammenhänge sehen auch COPPOCK (1974), GRÖHN et al. (1989) und FLEISCHER et al. (2001). Bei Betrachtung der Labmagenverlagerungen im Zusammenhang mit den weiteren Milchleistungsparametern Milchfett- und Milchproteinkilogramm ist das Ergebnis hingegen nicht signifikant. Dies lässt Zweifel an einer antagonistischen Beziehung zwischen den beiden Variablen zu. Auch CURTIS et al. (1985), GRÖHN et al. (1995) und HEUER et al. (1999) sehen einen solchen negativen Zusammenhang nicht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, stoffwechselgesunde Kühe geben mehr Milch. Die Milchleistung der Herde hat dabei keinen eindeutig nachweisbaren Einfluss auf Stoffwechselstörungen im Bestand.

### 5.5.4. Klauengesundheit

Etwa ein Fünftel der Kühe in Deutschland leiden wenigstens einmal im Jahr an einer Klauenerkrankung. Dies liegt sicherlich auch an den eher verfahrenstechnischen genügenden Ansprüchen an die Laufbereiche [BENZ, 2003]. Welche Rolle die Milchleistung hierbei spielt, wird diskutiert. Diese Studie kann keinen Zusammenhang zwischen Klauensohlengeschwüren sowie andere Lahmheiten und der Milchleistung feststellen (Tabelle 71). Probleme mit der allgemeinen Klauengesundheit der Herde sowie das Auftreten von Panaritien und Mortellaro als Bestandsproblem jedoch sind mit signifikant niedrigerer Milchleistung verbunden (Tabelle 71). Ähnliche Resultate erhielten HASKELL et al. (2006), APPUHAMY et al. (2007) und SANDERS et al. (2009). Denkbar wäre, dass klauengesunde Tiere mehr Milch geben. BIELFELDT et al. (2005), AMORY et al. (2008) und KÖNIG et al. (2008) hingegen kamen zu antagonistischen Verknüpfungen. Danach wären höher leistende Tiere häufiger von Klauenerkrankungen betroffen.

Das individuelle Herdenmanagement und die Fütterungsstrategien waren die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Gliedmaßen- und Klauengesundheit [BIELFELDT et al., 2005; KÖ-

NIG et al., 2005]. Am Tag nach dem Klauenschnitt beispielsweise gaben die Kühe nachweisbar mehr Milch [SOGSTAD et al., 2007]. Wobei sicherlich auch die Qualität des Klauenschnitts eine besondere Rolle spielt. Diese Studie konnte einen Zusammenhang zwischen der Herdengröße und dem Auftreten von Klauensohlengeschwüren und Panaritien im Bestand feststellen (Tabelle 55). Danach sind größere Herden eher von diesen Problemen betroffen. Ein weiterer Hinweis auf eine Umweltabhängigkeit dieses Merkmals.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass höhere Milchleistung nicht zu einer schlechteren Klauengesundheit führt. Der Umkehrschluss liegt weitaus näher, lahmheitsfreie Tiere können mehr leisten.

#### 5.5.5. Remontierung

Herden mit höheren Milchleistungen haben niedrigere Remontierungsraten (Tabellen 65, 66). Zu diesem Schluss kamen auch ERB et al. (1985) und HEUER et al. (1999).

Die Remontierungsrate wird nach der multiplen Regressionsanalyse signifikant beeinflusst durch die Jahresmilchmengenleistungen und die Zwischentragezeit (Tabelle 81). Dabei führt höhere Leistung zur Reduktion und ein längeres Zwischentrageintervall zu einer Erhöhung der Rate. Diese Ergebnisse stützen die Annahme eine „Culling Bias“ einiger Autoren, da höhere Milchleistung einen wirksamen Schutz gegen den Abgang aus der Herde darzustellen scheint. Weiterhin festzustellen war eine Erhöhung des Austauschs der Herde mit steigender Herdengröße (Tabellen 50, 51). Einen solchen Zusammenhang konnte BRADE (2005) nicht feststellen.

## 6. Schlussfolgerungen

- Herden mit höherer Milchleistung haben weniger Zellen in der Tankmilch und weniger Probleme mit Mastitiden. Einen wesentlichen Aspekt der Eutergesundheit stellen die Umwelt und das Herdenmanagement dar.
- Die nach der „Resource Allocation Theory“ [RAUW et al., 1998] mit der Fruchtbarkeit um Ressourcen konkurrierende Milchleistung mit ihrer höheren Priorität lässt bereits eine Vermutung zu. Dies bestätigt sich in dieser Arbeit. Antagonistische Beziehungen zwischen den Fruchtbarkeitskennzahlen und der Milchmengenleistung ergeben sich. Fügt man der Betrachtung weitere Parameter, beispielsweise der Umwelt, hinzu (Kapitel 4.5.3.), kann ein Zusammenhang zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit nicht nachgewiesen werden. Fruchtbarkeitsprobleme im Bestand waren nicht von der Milchleistung abhängig.
- Mit Ausnahme der Labmagenverlagerungen kann kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Milchleistung und Problemen mit der Stoffwechselgesundheit im allgemeinen, Ketosen und Gebärparasiten im Besonderen festgestellt werden. Probleme mit Labmagenverlagerungen traten signifikant häufiger in höher leistenden Herden auf.
- Höher leistende Herden haben signifikant seltener Probleme mit der Klauen- und Gliedmaßen-gesundheit ihrer Kühe.
- Höher leistende Herden haben niedrigere Remontierungsraten.
- Insgesamt können Bestandsprobleme nur wenig auf die Milchleistung der Herde zurückgeführt werden. Der Umkehrschluss liegt weitaus näher. Betriebe mit höheren Milchleistungen scheinen die gesünderen Tiere und weniger Bestandsprobleme zu haben. Die Umwelt, in der eine Milchkuh arbeitet, und das Management des Betriebes sind entscheidend für das Wohl der Herde.

### 7. Zusammenfassung

Noch immer herrscht die Meinung vor, höher leistende Tiere würden häufiger krank. Die Literaturrecherche ergab eine Fülle von Zeitschriftenaufsätzen und Tagungsberichten, welche genau diesen Zusammenhang thematisieren. Die Ergebnisse und Ansichten der Autoren könnten jedoch unterschiedlicher kaum sein. Sie reichen von Milchleistung habe einen positiven Einfluss auf Fruchtbarkeit und Tiergesundheit über keinen existenten Zusammenhang, bis hin zu signifikant antagonistischen Beziehungen.

Seit dem Jahr 1995 wird von der Klinik für Klautiere an der Freien Universität Berlin eine Datenbank gepflegt. Diese enthält bis zum Jahr 2010 bereits 3925 Datensätze von 743 Besuchen in 489 Betrieben aus 6 Bundesländern. Diese Besuche fanden auf Wunsch der jeweiligen Betriebe statt. Sie beinhalteten die Erhebung herdenspezifischer Daten, wie Milchleistungs- und Fruchtbarkeitskennzahlen sowie eventuell bestehende Bestandsprobleme. Es wurden Blut-, Harn-, Haar- und Futterproben genommen. Außerdem wurde die Rückenfettdicke gemessen.

Zur Beantwortung der Fragestellung, welche Parameter (Jahr, Bundesland, Herdengröße, Milchleistung) Einfluss auf die Tiergesundheit und die Fruchtbarkeitsleistung haben, wurde nun diese Datenbank unter besonderer Berücksichtigung der Milchleistungsdaten sowie der bei den Besuchen gewonnenen Anamnesedaten, auf mögliche Zusammenhänge hin ausgewertet. Mittels verschiedener statistischer Prozeduren wurden Korrelationen, Regressionen und einige weitere Tests durchgeführt.

Im Ergebnis dieser Auswertung kann einzig für die Fruchtbarkeit eine gewisse antagonistische Beziehung nachgewiesen werden. Die Euter-, Stoffwechsel- und Klauengesundheit sind nicht oder sogar vorteilhaft mit der Milchleistung verknüpft. Die mit der Milchleistung in Relation gesetzten Variablen wurden ebenfalls auf einen möglichen Zusammenhang mit der Herdengröße, dem Standort und dem Beprobungsjahr untersucht. Dabei ergaben sich teilweise signifikante Zusammenhänge. Ein Hinweis auf die Umweltabhängigkeit der Merkmale.

Zusammenfassend kommt diese Arbeit zu folgendem Ergebnis, hohe Milchleistung allein kann nicht als Ursache für steigende Bestandsprobleme oder unzureichende Fruchtbarkeitsleistungen gelten. Vielmehr haben gesunde Herden eine höhere Milchleistung. Hohe Milchleistung sollte als Ausdruck guter Tiergesundheit verstanden werden [BUSCH, 2004]. Somit kommt der Gesunderhaltung des Bestandes, mittels tiergerechter Umwelt und verantwortungsvollem Betriebsmanagement, die größte Bedeutung zu - wobei der Anspruch an diese Aufgaben mit höherer Herdenmilchleistung steigt.

## 8. Summary

### Milk yield as a factor of animal health and fertility

High lactating cows fall more frequently, that is the main view yet. Research in literature brought a high number of journal essays and proceedings picking it out as a central theme. The results and views of the authors could not be more different. They vary from milk yield stimulates fertility and health positively or no existing relation to significant antagonistic relations.

The Clinic for Ruminants and Pigs of the Free University Berlin introduced a database in 1995. It contains 3925 sets (until 2010) of 743 visits on 489 farms in 6 federal countries of Germany. These visits took place by request of the farms. A survey of herd specific data like milk yield and fertility as well as possible herd problems was made and therefore samples of blood, urine, hair and food have been taken. Furthermore back fat thickness was measured.

To answer the question which parameter (year, country, herd size, milk yield) influences the animal health and fertility, the data base was analysed on possibly relations under special consideration of milk yield as well as the data collected in anamnesis. Calculations of correlations, regressions and some more tests have been done by using different statistical procedures.

As a result of this interpretation an antagonistic relation could only be found for the fertility. The health of udder, metabolism and claws is not or even favourable linked with the milk yield. All variables set into relation with milk yield were analysed as well on a link to herd size, location and year of sampling. This resulted partly in significant correlations which is an allusion to the environmental dependency of the parameters.

Summing up this thesis comes to the conclusion that a high milk yield is not the only cause for the growing number of herd problems or insufficient fertility rates. Moreover the healthy herds have the higher milk yield. A high milk yield should be seen as an indicator of animal health (BUSCH, 2004). Thus, the maintaining of herd health by an animal-friendly environment and a conscientious management is of out most importance whereat the level grows with higher herd milk yield.

## 9. Literaturverzeichnis

*anonym a, 2010:* Statista, <http://www.statista.com>, 2010

*anonym b, 2010:* Ipd, Amerikanische Kühe sind 'Weltmeister', 2010

*anonym c, 2010:* Länderreport, Israel: Milchproduktion extrem, milchrind 01/2010

*anonym d, 2010:* Durchschnittliche Milchleistung je Kuh und Jahr in Deutschland; Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung; 30.09.2010

ABDEL-AZIM, G., A.; A. E. Freeman, M. E. Kehrli, Jr., S. C. Kelm, J. L. Burton, A. L. Kuck, S. Schnell, 2005, Genetic Basis and Risk Factors for Infectious and Noninfectious Diseases in US Holsteins. I. Estimation of Genetic Parameters for Single Diseases and General Health, *Journal of Dairy Science*, 88: 1199–1207

ADR, Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V., 2012; Rinderproduktion in Deutschland 2011

AEBERHARD, K.; R. M. BRUCKMAIER, U. KUEPFER, J. W. BLUM, 2001, Milk Yield and Composition, Nutrition, Body Conformation Traits, Body Condition Scores, Fertility and Diseases in High-Yielding Dairy Cows - Part 1, *Journal of Veterinary Medicine, Series A*, 48: 97-110

ALBAN, L.; J.F. Agger, L.G. Lawson, 1996, Lameness in tied Danish dairy cattle: the possible influence of housing systems, management, milk yield, and prior incidents of lameness, *Preventive Veterinary Medicine*, 29: 135-149

AMORY, J. R.; Z.E. Barker, J.L. Wright, S.A. Mason, R.W. Blowey, L.E. Green, 2008, Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003–November 2004, *Preventive Veterinary Medicine*, 83: 381-391

ANACKER, Dr. G.; 2007, Einfluss der Milchleistungssteigerung in den letzten 10 Jahren auf die Nutzungsdauer und Lebensleistung der Milchkühe in Thüringen, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

APPUHAMY, J. A. D. R. N.; B. G. Cassell, C. D. Dechow, J. B. Cole, 2007, Phenotypic Relationships of Common Health Disorders in Dairy Cows to Lactation Persistency Estimated from Daily Milk Weights, *Journal of Dairy Science*, 90: 4424-4434

APPUHAMY, J. A. D. R. N.; B. G. Cassell, J. B. Cole, 2009, Phenotypic and genetic relationships of common health disorders with milk and fat yield persistencies from producer-recorded health data and test-day yields, *Journal of Dairy Science*, 92: 1785-1795

BANOS, G.; G. E. SHOOK, 1990, Genotype by Environment Interaction and Genetic Correlations Among Parities for Somatic Cell Count and Milk Yield, *Journal of Dairy Science*, 73: 2563-2573

BARHEMA, H. W., J.D. Westrik, K.A.S. van Keulen, Y.H. Schukken, A. Brand, 1994, The effects of lameness on reproductive performance, milk production and culling in Dutch dairy farms, *Preventive Veterinary Medicine*, 20: 249-259

BARNOUIN, J.; S. Bord, S. Bazin, M. Chassagne, 2005, Dairy Management Practices Associated with Incidence Rate of Clinical Mastitis in Low Somatic Cell Score Herds in France, *Journal of Dairy Science*, 88: 3700-3709

BENZ, Barbara, 2003, Weiche Laufflächen für Milchvieh bringen den notwendigen Kuhkomfort, *Nutztierpraxis aktuell*, Ausgabe 4 • März 2003

BERGER, P.J.; R. D. SHANKS, A. E. FREEMAN, R. C. LABEN, 1981, Genetic Aspects of Milk Yield and Reproductive Performance, *Journal of Dairy Science*, 64: 114-122

BERRY, D. P.; F. Buckley, P. Dillon, R. D. Evans, M. Rath, R. F. Veerkamp, 2003, Genetic

## 9.Literaturverzeichnis

---

- Relationships among Body Condition Score, Body Weight, Milk Yield, and Fertility in Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 86: 2193-2204
- BIELFELDT, J. C.; R. Badertscher, K.-H. Tölle, J. Krieter, 2005, Risk factors influencing lameness and claw disorders in dairy cows, *Livestock Production Science*, 95: 265-271
- BIGRAS-POULIN, M.; A.H. MEEK, S.W. MARTIN, 1990, Interrelationships among Health Problems and Milk Production from Consecutive Lactations in Selected Ontario Holstein Cows, *Preventive Veterinary Medicine*, 8: 15-24
- BLOEMHOF, S.; Gerben de Jong , Yvette de Haas, 2009, Genetic parameters for clinical mastitis in the first three lactations of Dutch Holstein cattle, *Veterinary Microbiology*, 134: 165-171
- BOETTCHER, P., J.; L. E. HANSEN, P. M. VanRADEN, C. A. ERNST, 1992, Genetic Evaluation of Holstein Bulls for Somatic Cells in Milk of Daughters, *Journal of Dairy Science*, 75: 1127-1137
- BOETTCHER, P., J.; J.C.M. DEKKERS, L. D. WARNICK, S. J. WELLS, 1998, Genetic Analysis of Clinical Lameness in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 81: 1148-1156
- BOYD, Louis J.; D. M. Seath and Durward Olds, 1954, Relationship between Level of Milk Production and Breeding Efficiency in Dairy Cattle, *Journal of Animal Science*, 13: 89-93
- BRADÉ, Prof. Dr. habil. Wilfried, 2005, Nutzungsdauer und Abgangsursachen von Holsteinkühen: Konsequenzen für die Nutzung, *Praktischer Tierarzt*, 86: 9, 658-667
- BREVES, G.; M. Rodehutschord, 2000, Gibt es Grenzen in der Zucht auf Milchleistung ? – Aus der Sicht der Physiologie –, 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6. - 8. Juni 2000
- BUCKLEY, F.; P. Dillon, M. Rath, R. F. Veerkamp, 2000, The Relationship Between Genetic Merit for Yield and Live Weight, Condition Score, and Energy Balance of Spring Calving Holstein Friesian Dairy Cows on Grass Based Systems of Milk Production, *Journal of Dairy Science*, 83: 1878-1886
- BÜHL, Achim, 2008, SPSS 16 Einführung in die moderne Datenanalyse, Pearson Studium Verlag, 11. überarbeitete und erweiterte Auflage
- BUNCH K. J.; D.J.S. HENEGHAN, K.G. HIBBIT and G.J. ROWLANDS, 1984, GENETIC INFLUENCES ON CLINICAL MASTITIS AND ITS RELATIONSHIP WITH MILK YIELD, SEASON AND STAGE OF LACTATION, *Livestock Production Science*, 11: 91-104
- BUSCH, Walter; Methling, Wolfgang; Amselgruber, Walter, Max; aus Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre, MVS – Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, 2004
- BUSCH, Walter, Jede Kuh, jedes Jahr ein Kalb: Fruchtbarkeitsüberwachung beim Milchrind und Maßnahmen zur Steigerung der Reproduktionsleistung, Intervet Deutschland, 2010
- BUTLER, W. R. and R. D. SMITH, 1989, Interrelationships Between Energy Balance and post partum Reproductive Function in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 72: 767-783
- CARLÉN, E.; E. Strandberg, A. Roth, 2004, Genetic Parameters for Clinical Mastitis, Somatic Cell Score, and Production in the First Three Lactations of Swedish Holstein Cows, *Journal of Dairy Science*, 87: 3062-3070
- CARMAN, G., M., 1955, INTERRELATIONS OF MILK PRODUCTION AND BREEDING EFFICIENCY IN DAIRY COWS, *Journal of Animal Science*, 14: 753-759
- CASTILLO-JUAREZ, H.; P. A. Oltenacu, R. W. Blake, C. E. McCulloch, E. G. Cienfuegos-Rivas, 2000, Effect of Herd Environment on the Genetic and Phenotypic Relationships Among Milk Yield, Conception Rate, and Somatic Cell Score in Holstein Cattle, *Journal of Dairy Science*, 83: 807-814

## 9.Literaturverzeichnis

---

- CHEBEL, R. C.; J. E.P. Santos, J. P. Reynolds, R. L.A. Cerri, S. O. Juchem, M. Overton, 2003, Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows, *Animal Reproduction Science*, 84: 239-255
- COLLARD, B. L.; P. J. Boettcher, J.C.M. Dekkers, D. Petitclerc, L. R. Schaeffer, 2000, Relationships Between Energy Balance and Health Traits of Dairy Cattle in Early Lactation, *Journal of Dairy Science*, 83: 2683-2690
- COPPOCK, C. E., 1973, SYMPOSIUM: HEALTH AND MANAGEMENT PRACTICES FOR HIGH PRODUCTION Displaced Abomasum in Dairy Cattle: Etiological Factors, *Journal of Dairy Science*, 57: 926-933
- CURTIS, C. R.; Erb, H. N.; Sniffen, C. J.; Smith, R. D.; Powers, P. A.; Smith, M. C.; White, M. E.; Hillman, R. B.; Pearson E. J., 1983, Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows, *Journal of the American Veterinary Medical Association* 183 (5):559-61.
- CURTIS, C. R.; H. N. ERB, C. J. SNIFFEN, R. D. SMITH, 1984, Epidemiology of Parturient Paresis: Predisposing Factors with Emphasis on Dry Cow Feeding and Management, *Journal of Dairy Science*, 67: 817-825
- CURTIS, C. R.; HOLLIS N. ERB, CHARLES J. SNIFFEN, R. DAVID SMITH, DAVID S. KRONFELD, 1985, Path Analysis of Dry Period Nutrition, post partum Metabolic and Reproductive Disorders, and Mastitis in Holstein Cows, *Journal of Dairy Science*, 68: 2347-2360
- DACHIR, SHLOMIT; ROBERT W. BLAKE, PAUL G. HARMS, 1984, Ovarian Activity of Holstein and Jersey Cows of Diverse Transmitting Abilities for Milk, *Journal of Dairy Science*, 67: 1776-1782
- destatis.de*, 2011: Statistische Jahrbuch 2011 für die Bundesrepublik Deutschland, [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- DOHOO, IAN, R.; S. WAYNE MARTIN, 1984, DISEASE, PRODUCTION AND CULLING IN HOLSTEIN-FRIESIAN COWS III. DISEASE AND PRODUCTION AS DETERMINANTS OF DISEASE, *Preventive Veterinary Medicine*, 2: 671-690
- EICKER, S. W.; Y. T. Gröhn, J. A. Hertl, 1996, The Association Between Cumulative Milk Yield, Days Open and Days to First Breeding in New York Holstein Cows, *Journal of Dairy Science*, 79: 235-241
- EILERS, Uwe; 2007, Lebensleistung von Milchkühen auf dem Prüfstand, *Landinfo* 4/2007: 31-36
- ELFRICH, Antje; Brühl, Dr. Elisabeth Roesicke; 2009, *aid*, Rinderrassen 1548/2009
- EMANUELSON, ULF und HANS FUNKE, 1991, Effect of Milk Yield on Relationship Between Bulk Milk Somatic Cell Count and Prevalence of Mastitis, *Journal of Dairy Science*, 74: 2479-2483
- ERB, H. N.; R. D. SMITH, P. A. OLTENACU, C. L. GUARD, R. B. HILLMAN, P. A. POWERS, M. C. SMITH, M. E. WHITE, 1985, Path Model of Reproductive Disorders and Performance, Milk Fever, Mastitis, Milk Yield, and Culling in Holstein Cows, *Journal of Dairy Science*, 68: 3337-3349
- ESPEJO, L. A.; M. I. Endres, J. A. Salfer, 2006, Prevalence of Lameness in High-Producing Holstein Cows Housed in Freestall Barns in Minnesota, *Journal of Dairy Science*, 89: 3052-3058
- FLEISCHER, P., M. Metzner, M. Beyerbach, M. Hoedemaker, W. Klee, 2001, The Relationship Between Milk Yield and the Incidence of Some Diseases in Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 84: 2025-2035

## 9.Literaturverzeichnis

---

- FONSECA, F. A.; J. H. BRITT, B. T. McDANIEL, J. C. WILK, A. H. RAKES, 1983, Reproductive Traits of Holsteins and Jerseys. Effects of Age, Milk Yield, and Clinical Abnormalities on Involution of Cervix and Uterus, Ovulation, Estrous Cycles, Detection of Estrus, Conception Rate, and Days Open 1, *Journal of Dairy Science*, 66: 1128-1147
- GAINES, W. L., 1927, Milk Yield in Relation to Recurrence of Conception, *Journal of Dairy Science*, 2: 117-125
- GOFF, J. P. und R. L. HORST, 1997, Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders, *Journal of Dairy Science*, 80: 1260-1268
- GREEN, L. E.; V. J. Hedges, Y. H. Schukken, R. W. Blowey and A. J. Packington, 2002, The Impact of Clinical Lameness on the Milk Yield of Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 85: 2250-2256
- GRÖHN, YRJÖ, JOHN R. THOMPSON, MICHAEL L. BRUSS, 1984/5 EPIDEMIOLOGY AND GENETIC BASIS OF KETOSIS IN FINNISH AYRSHIRE CATTLE, *Preventive Veterinary Medicine*, 3: 65-77
- GRÖHN, Y. T.; H. N. ERB, C. E. McCULLOCH, H. S. SALONIEMI, 1989, Epidemiology of Metabolic Disorders in Dairy Cattle: Association Among Host Characteristics, Disease, and Production, *Journal of Dairy Science*, 72: 1876-1885
- GRÖHN, YRJO T.; HOLLIS N. ERB1, CHARLES E. McCULLOCH; HANNU S. SALONIEMI, 1990a, Epidemiology of Mammary Gland Disorders in Multiparous Finnish Ayrshire Cows, *Preventive Veterinary Medicine*, 8: 241-252
- GRÖHN, YRJÖ, T.; HOLLIS N. ERB, CHARLES E. McCULLOCH, HANNU S. SALONIEMI, 1990b, Epidemiology of Reproductive Disorders in Dairy Cattle: Associations Among Host Characteristics, Disease and Production, *Preventive Veterinary Medicine*, 8: 25-39
- GRÖHN, Y. T., S. W. Eicker and J. A. Hertl, 1995The association between previous 305-day milk yield and disease in New York state dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 78: 1693-1702
- HAGEMAN, W.H.; G. E. SHOOK, W. J. TYLER, 1991, Reproductive Performance in Genetic Lines Selected for High or Average Milk Yield, *Journal of Dairy Science*, 74: 4366-4376
- HARDER, B.; J. Bennewitz, D. Hinrichs, E. Kalm, 2006, Genetic Parameters for Health Traits and Their Relationship to Different Persistency Traits in German Holstein Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 89: 3202-3212
- HARRISON, R. O.; S. P. FORD, J. W. YOUNG, A. J. CONLEY, A. E. FREEMAN, 1990, Increased Milk Production Versus Reproductive and Energy Status of High Producing Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 73: 2749-2758
- HASKELL, M. J.; L. J. Rennie, V. A. Bowell, M. J. Bell, A. B. Lawrence, 2006, Housing System, Milk Production, and Zero-Grazing Effects on Lameness and Leg Injury in Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 89: 4259-4266
- HERINGSTAD, B.; Gunnar Klemetsdal, John Ruane, 2000, Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries, *Livestock Production Science*, 64: 95-106
- HERINGSTAD, B.; Y. M. Chang, D. Gianola, G. Klemetsdal, 2005, Genetic Analysis of Clinical Mastitis, Milk Fever, Ketosis, and Retained Placenta in Three Lactations of Norwegian Red Cows, *Journal of Dairy Science*, 88: 3273-3281
- HEUER, C.; Y. H. SCHUKKEN, P. DOBBELAAR, 1999, post partum Body Condition Score and Results from the First Test Day Milk as Predictors of Disease, Fertility, Yield, and Culling in Commercial Dairy Herds, *Journal of Dairy Science*, 82: 295-304
- HEYNY, Alexandra; 2008, DER SÄUREN-BASENSTATUS BEI KÜHEN ALS MÖGLICHES

HILFSMITTEL ZUR DIAGNOSTIK UND PROGNOSE VON STENOSEN DES VORDEREN UND HINTEREN VERDAUUNGSTRAKTES, Diplomarbeit, Veterinärmedizinische Universität Wien, Klinik für Klautiere

HILLERS, J. K.; P. L. SENGER, R. L. DARLINGTON, W. N. FLEMING, 1984, Effects of Production, Season, Age of Cow, Days Dry, and Days in Milk on Conception to First Service in Large Commercial Dairy Herds, *Journal of Dairy Science*, 67: 861-867

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

HOOIJER, G. A.; R.B.F. Lubbers, B. J. Ducro, J.A.M. van Arendonk, L.M.T.E. Kaal- Lansbergen, T. van der Lende, 2001, Genetic Parameters for Cystic Ovarian Disease in Dutch Black and White Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 84: 286-291

HULTGREN, Jan; Thomas Manske, Christer Bergsten, 2004, Associations of sole ulcer at claw trimming with reproductive performance, udder health, milk yield, and culling in Swedish dairy cattle, *Preventive Veterinary Medicine*, 62: 233-251

INGVARTSEN, K. L.; R.J. Dewhurst, N.C. Friggens, 2003, On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper, *Livestock Production Science*, 83: 277-308

JOHNSON, A. D.; J. E. Legates, L. C. Ulberg, 1966, Relationship between Follicular Cysts and Milk Production in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 49: 865-868

KAWASHIMA, C.; C. Amaya Montoya, Y. Masuda, E. Kaneko, M. Matsui, T. Shimizu, N. Matsunaga, K. Kida, Y.-I. Miyake, M. Suzuki, A. Miyamoto, 2007, Short Communication: A Positive Relationship Between the First Ovulation post partum and the Increasing Ratio of Milk Yield in the First Part of Lactation in Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 90: 2279-2282

KELM, S.C.; A. E. FREEMAN, D. H. KELLEY, 1997, Realized Versus Expected Gains in Milk and Fat Production of Holstein Cattle, Considering the Effects of Days Open, *Journal of Dairy Science*, 80: 1786-1794

KINSEL, M. L. und W. G. Etherington, 1998, FACTORS AFFECTING REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN ONTARIO DAIRY HERDS, *Theriogenology*, 50: 1221-1238

KLUG F., F. Rehbock, A. Wangler, 2002, Die Nutzungsdauer beim weiblichen Milchrind (Teil 1), *Großtierpraxis* 12/2002, 3: 5-12

KÖNIG, S.; A. R. Sharifi, H. Wentrot, D. Landmann, M. Eise, and H. Simianer, 2005, Genetic Parameters of Claw and Foot Disorders Estimated with Logistic Models, *Journal of Dairy Science*, 88: 3316-3325

KÖNIG, S.; X. L. Wu, D. Gianola, B. Heringstad, H. Simianer, 2008, Exploration of Relationships Between Claw Disorders and Milk Yield in Holstein Cows via Recursive Linear and Threshold Models, *Journal of Dairy Science*, 91: 395-406

KOIVULA, M.; E. A. Mäntysaari, E. Negussie, T. Serenius, 2005, Genetic and Phenotypic Relationships Among Milk Yield and Somatic Cell Count Before and After Clinical Mastitis, *Journal of Dairy Science*, 88: 827-833

KOMM-EG; KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, BERICHT ÜBER DIE MILCHQUOTEN; ARBEITSDOKUMENT DER KOMMISSION, 2002

KONSTANTINOV, K., V.; K.T. Beard, M.E. Goddard, J.H.J. van der Werf, 2009, Genetic evaluation of Australian dairy cattle for somatic cell scores using multi-trait random regression test-day model, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 126: 209-215

## 9.Literaturverzeichnis

---

- KOSSAIBATI, M. A.; R.J. ESLEMONT, 1997, The Costs of Production Diseases in Dairy Herds in England, *The Veterinary Journal*, 154: 41-51
- KRAFT, Wilfried; DÜRR, Ulrich M.; *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*, 2005, Schattauer, 6. überarbeitete Auflage
- KRÖMKER, Bruckmaier, Frister, Kützemeier, Rudzik, Sach, Zangerl, 2007, *Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene*, Parey Bei Mvs; Auflage: 1.
- LANDMANN, Ursula; Helmut Plambeck, Dr. Sabine Petermann, Christine Fischer, Sabine Gerhardy-Lindner, Susanne von Hennig, Hilmar Künne, Jörn Schulz, 2004, LEITFADEN RINDERHALTUNG
- LAPORTE, H.M.; H. Hogeveen, Y.H. Schukken; J.P.T.M. Noordhuizen, 1994, Cystic ovarian disease in Dutch dairy cattle, I. Incidence, risk factors and consequences, *Livestock Production Science*, 38: 191-197
- LASSEN, J.; M. Hansen, M. K. Sørensen, G. P. Aamand, L. G. Christensen, P. Madsen, 2003, Genetic Relationship Between Body Condition Score, Dairy Character, Mastitis, and Diseases Other than Mastitis in First-Parity Danish Holstein C, *Journal of Dairy Science*, 86: 3730-3735
- LEE, J. K.; P. M. VanRADEN, H. D. NORMAN, G. R. WIGGANS, T. R. MEINERT, 1997, Relationship of Yield During Early Lactation and Days Open During Current Lactation with 305-Day Yield, *Journal of Dairy Science*, 80: 771-776
- LESCOURRET, F.; J. B. COULON; B. FAYE, 1995, Predictive Model of Mastitis Occurrence in the Dairy Cow, *Journal of Dairy Science*, 78: 2167-2177
- LÜHRMANN, Bernd; 2005, Viele verschwinden zu früh - Milchviehremontierung, *dlz Magazin*, 2005/11: 118-120
- LYONS, D. T.; A. E. FREEMAN, A. L. KUCK, 1991, Genetics of Health Traits in Holstein Cattle, *Journal of Dairy Science*, 74: 1092-1100
- MARTI, C. F. und D. A. FUNK, 1994, Relationship Between Production and Days Open at Different Levels of Herd Production, *Journal of Dairy Science*, 77: 1682-1690
- MARTIN, W., 1972, LEFT ABOMASAL DISPLACEMENT: AN EPIDEMIOLOGICAL STUDY, *THE CANADIAN VETERINARY JOURNAL*, 13: 61-68
- MARTIN, S. W.; K.L. KIRBY, R.A. CURTIS, 1978, Left Abomasal Displacement in Dairy Cows: Its Relationship to Production, *The Canadian Veterinary Journal*, 19: 250-253
- MARTINEZ, J. und M.Thibier, 1984, REPRODUCTIVE DISORDERS IN DAIRY CATTLE: I. RESPECTIVE INFLUENCE OF HERDS, SEASONS, MILK YIELD AND PARITY, *THERIOGENOLOGY (Animal Reproduction)*, 21: 569-581
- MATSOUKAS, J. und T. P. FAIRCHILD, 1975, Effects of Various Factors on Reproductive Efficiency, *Journal of Dairy Science*, 58: 540-544
- McCULLOUGH, D., 1993, Wisconsin DHI Holstein Herd Summary Statistics: March 1993. Dairy Profit Report, Vol. 5, Nr. 1
- MIGLIOR, F.; B. L. Muir, B. J. Van Doormaal, 2005, Selection Indices in Holstein Cattle of Various Countries, *Journal of Dairy Science*, 88: 1255-1263
- NEGUSSIE, E.; I. Strandén, E. A. Mäntysaari, 2008, Genetic Association of Clinical Mastitis with Test-Day Somatic Cell Score and Milk Yield During First Lactation of Finnish Ayrshire Cows, *Journal of Dairy Science*, 91: 1189-1197
- O'REILLY, K. M.; M. J. Green, E. J. Peeler, J. L. Fitzpatrick, L. E. Green, 2006, Investigation of risk factors for clinical mastitis in British dairy herds with bulk milk somatic cell counts less than 150,000 cells/ml, *The Veterinary Record*, 158: 649-653

## 9.Literaturverzeichnis

---

- ØDEGARD, J.; B. Heringstad, G. Klemetsdal, 2004, Short Communication: Bivariate Genetic Analysis of Clinical Mastitis and Somatic Cell Count in Norwegian Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 87: 3515-3517
- OLDS, D.; T. COOPER, F. A. THRI FT, 1979, Relationships between Milk Yield and Fertility in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 62: 1140-1144
- PATTON, J.; D. A. Kenny, S. McNamara, J. F. Mee, F. P. O'Mara, M. G. Diskin, J. J. Murphy, 2007, Relationships Among Milk Production, Energy Balance, Plasma Analytes, and Reproduction in Holstein-Friesian Cows, *Journal of Dairy Science*, 90: 649-658
- PEDERNERA, M.; S. C. García, A. Horagadoga, I. Barchia, W. J. Fulkerson, 2008, Energy Balance and Reproduction on Dairy Cows Fed to Achieve Low or High Milk Production on a Pasture-Based System, *Journal of Dairy Science*, 91: 3896-3907
- PEELER, E. J.; M. J. Green; J. L. Fitzpatrick; K. L. Morgan; L. E. Green, 2000, Risk Factors Associated with Clinical Mastitis in Low Somatic Cell Count British Dairy Herds, *Journal of Dairy Science*, 83: 2464-2472
- PÖSÖ, J. und E. A. MÄNTYSAARI, 1996, Relationships Between Clinical Mastitis, Somatic Cell Score, and Production for the First Three Lactations of Finnish Ayrshire, *Journal of Dairy Science*, 79: 1284-1291
- RAHEJA, K. L.; E. B. BURNSIDE, L. R. SCHAEFFER, 1989, Relationships Between Fertility and Production in Holstein Dairy Cattle in Different Lactations, *Journal of Dairy Science*, 72: 2670-2678
- RAUW, W.M.; Kanis, E; Noordhuizen-Stassen, E.N.; Grommers, F.J. 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science* 56, 15–33
- ROSSOW, Prof. Dr. N.; 2008, Stößt die Leistung der Milchkühe an ihre Grenzen?, [www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de) verfasst am 04.02.2008 - Beitrag
- ROSSOW, Prof. Dr. N.; 2008, Stoffwechselstörungen der Hochleistungskuh Teil 4, Gebärparese und Hypokalzämie, 2008, [www.portal-rind.de](http://www.portal-rind.de) verfasst am 19. August 2008 - PowerPoint-Präsentation
- RUPP, R. und D. BOICHARD, 1999, Genetic Parameters for Clinical Mastitis, Somatic Cell Score, Production, Udder Type Traits, and Milking Ease in First Lactation Holsteins, *Journal of Dairy Science*, 82: 2198-2204
- SANDERS, A. H.; J. K. Shearer, A. De Vries, 2009, Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, 92: 3165-3174
- SCHIERING, Lutz; 2009, Kühe: Liebenswürdige Wiederkäuer, Komet Verlag GmbH, Köln
- SCHUKKEN, Y. H.; F. J. GROMMERS, D. VAN DE GEER, H. N. ERB, A. BRAND, 1990, Risk Factors for Clinical Mastitis in Herds with a Low Bulk Milk Somatic Cell Count. 1. Data and Risk Factors for All Cases, *Journal of Dairy Science*, 73: 3463-3471
- SEYKORA, A. J. und B. T. McDANIEL, 1983, Heritabilities and Correlations of Lactation Yields and Fertility for Holsteins, *Journal of Dairy Science*, 66: 1486-1493
- SHANKS, R. D.; A. E. FREEMAN, P. J. BERGER, D. H. KELLEY, 1978, Effect of Selection for Milk Production on Reproductive and General Health of the Dairy Cow, *Journal of Dairy Science*, 61: 1765-1772
- SHORT, T.H.; R.W. BLAKE, R. L. QUAAS, L. D. VAN VLECK, 1990, Heterogeneous Within-Herd Variance. 2. Genetic Relationships Between Milk Yield and Calving Interval in Grade Holstein Cows, *Journal of Dairy Science*, 73: 3321-3329

## 9.Literaturverzeichnis

---

- SIMIANER, H.; H. SOLBU, L. R. SCHAEFFER, 1991, Estimated Genetic Correlations Between Disease and Yield Traits in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 74: 4358-4365
- SLAMA, H.; M. E. Wells, G. D. Adams, R. D. Morrison, 1976, Factors affecting calving intervals in dairy herds., *Journal of Dairy Science*, 59: 1334-1339
- SNIJDERS, S.E.M.; P.G. Dillon, K.J. O'Farrell, M. Diskin, A.R.G. Wylie, D. O'Callaghan, M. Rath, M.P. Boland, 2001, Genetic merit for milk production and reproductive success in dairy cows, *Animal Reproduction Science*, 65: 17-31
- SOGSTAD, A. M.; O. Østeras, T. Fjeldaas, A. O. Refsdal, 2007, Bovine Claw and Limb Disorders at Claw Trimming Related to Milk Yield, *Journal of Dairy Science*, 90: 749-759
- SPALDING R. W.; R. W. EVERETT, R. H. FOOTE, 1975, Fertility in New York Artificially Inseminated Holstein Herds in Dairy Herd Improvement, *Journal of Dairy Science*, 58: 718-723
- SPRENGEL, Dr. Dorette und Dr. Gerhard Dorfner, 2008, Deckungsbeitrag für die Lebensleistung, *Fleckvieh – 2008/1*: 50-51
- STANGASSINGER, Prof. Dr. M., 2011, Gibt es für Milchkühe eine Leistungsgrenze; *Tierärztliche Praxis Großtiere 4/2011*: 253-261
- STEVENSON J. S.; M. K. SCHMIDT, E. P. CALL, 1983, Factors Affecting Reproductive Performance of Dairy Cows First Inseminated After Five Weeks post partum, *Journal of Dairy Science*, 66: 1148-1154
- URIBE, H. A.; B. W. KENNEDY, S. W. MARTIN, D. F. KELTON, 1995, Genetic Parameters for Common Health Disorders of Holstein Cows, *Journal of Dairy Science*, 78: 421-430
- VAN DORP, T. E.; J.C.M. DEKKERS, S. W. MARTIN, J.P.T.M. NOORDHUIZEN, 1998, Genetic Parameters of Health Disorders, and Relationships with 305-Day Milk Yield and Conformation Traits of Registered Holstein Cows, *Journal of Dairy Science*, 81: 2264-2270
- VAN DORP, T. E.; P. Boettcher, L.R. Schaeffer, 2004, Genetics of locomotion, *Livestock Production Science*, 90: 247-253
- VEERKAMP, R. F.; E. P. C. Koenen, G. De Jong, 2001, Genetic Correlations Among Body Condition Score, Yield, and Fertility in First-Parity Cows Estimated by Random Regression Models, *Journal of Dairy Science*, 84: 2327-2335
- VIT-Jahresberichte 1976 bis 2010, <http://www.vit.de>, Trends – Zahlen - Fakten
- VOGEL, Corinna; 2003, Einfluss der Milchleistung und des Laktationsstadiums auf den Besamungserfolg nach Ovulationssynchronisation; Dissertation aus der Fortpflanzungsklinik Freie Universität Berlin
- WALKER, S. L.; R. F. Smith, J. E. Routly, D. N. Jones, M. J. Morris, H. Dobson, 2008, Lameness, Activity Time-Budgets and Estrus Expression in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 91: 4552-4559
- WANGLER, Dr. Anke und Jana Harms, 2006, Werden Hochleistungskühe häufiger krank?, Beitrag - Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
- WANGLER, Dr. Anke; 2007, Effizienz der Milchkuh, *Nutztierpraxis aktuell*, 21: 12-13
- WHITAKER, D. A.; J. M. KELLY, S. SMITH, 2000, Disposal and disease rates in 340 British dairy herds, *Veterinary Record*, 146: 363-367
- ZULU, Victor Chisha und Colin Penny, 1998, Risk Factors of Cystic Ovarian Disease in Dairy Cattle, *Journal of Reproduction and Development*, 44: 191-195
- ZWALD, N. R.; K. A. Weigel, Y. M. Chang, R. D. Welper, J. S. Clay, 2004, Genetic Selection for Health Traits Using Producer-Recorded Data. II. Genetic Correlations, Disease Probabilities, and Relationships with Existing Traits, *Journal of Dairy Science*, 87: 4295-4302

ZWALD, N., R.; K. A.Weigel, Y. M. Chang, R. D. Welper, J. S. Clay, 2005, Genetic Evaluation of Dairy Sires for Milking Duration Using Electronically Recorded Milking Times of Their Daughters, Journal of Dairy Science, 88: 1192-1198

## 10. Anhang

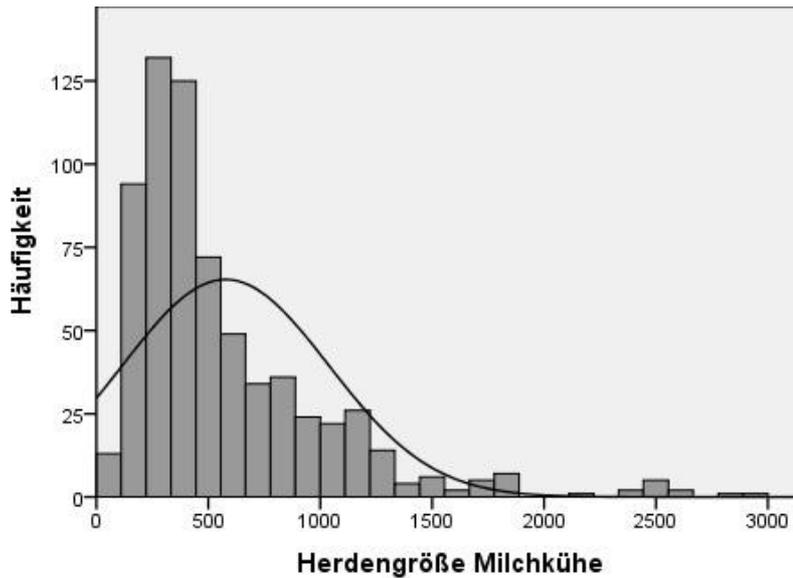


Abbildung 49: Histogramm der Verteilung der Herdengrößen mit Normalverteilungskurve (n=678; Mittelwert:  $577 \pm 460,0$ ; Median: 420; Kurtosis: 6,102)

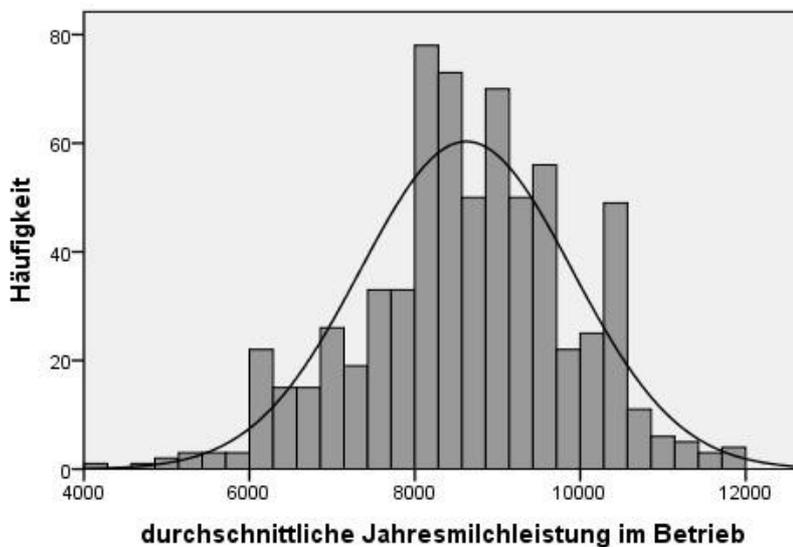


Abbildung 50: Histogramm der Verteilung der durchschnittlichen Jahresmilchleistungen mit Normalverteilungskurve (n=679; Mittelwert:  $8622 \pm 1283,2$ ; Median: 8650; Kurtosis: 0,076)

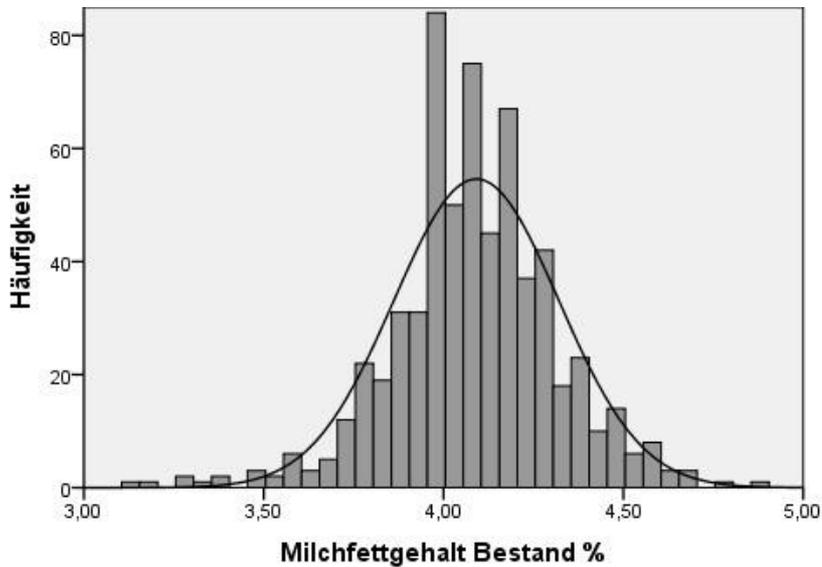


Abbildung 51: Histogramm der Verteilung des durchschnittlichen Milchfettgehalts mit Normalverteilungskurve (n=628; Mittelwert:  $4,1 \pm 0,23$ ; Median: 4,1; Kurtosis: 1,461)

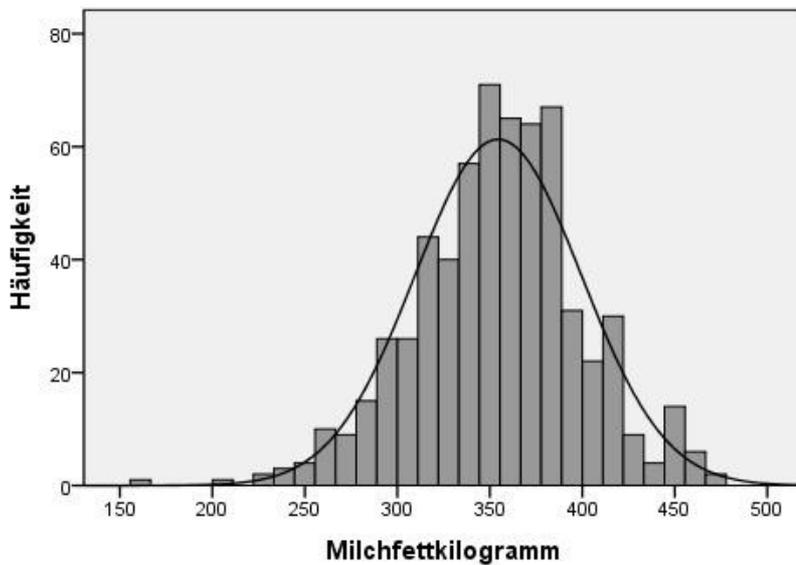


Abbildung 52: Histogramm der Verteilung der durchschnittlichen Milchfettkilogramm mit Normalverteilungskurve (n=623; Mittelwert:  $355 \pm 45,0$ ; Median: 357; Kurtosis: 0,535)

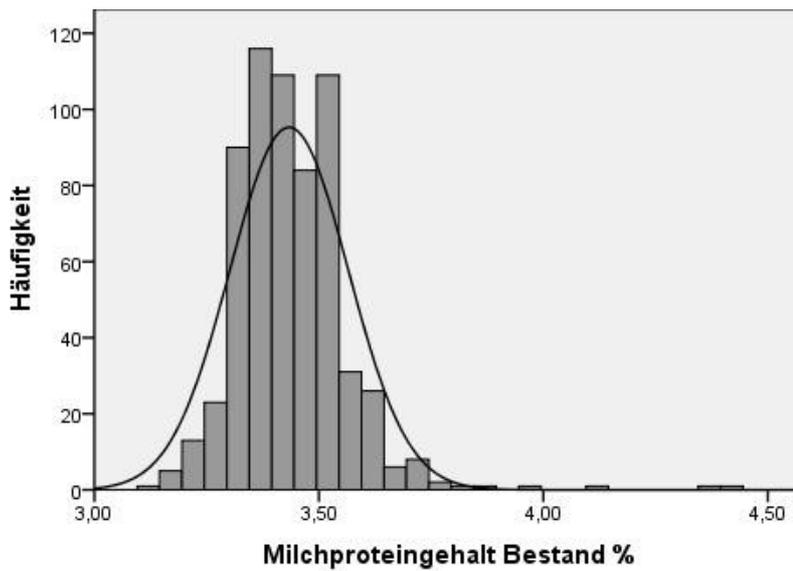


Abbildung 53: Histogramm der Verteilung des durchschnittlichen Milchproteingehalts mit Normalverteilungskurve (n=630; Mittelwert:  $3,4 \pm 0,13$ ; Median: 3,4; Kurtosis: 17,334)

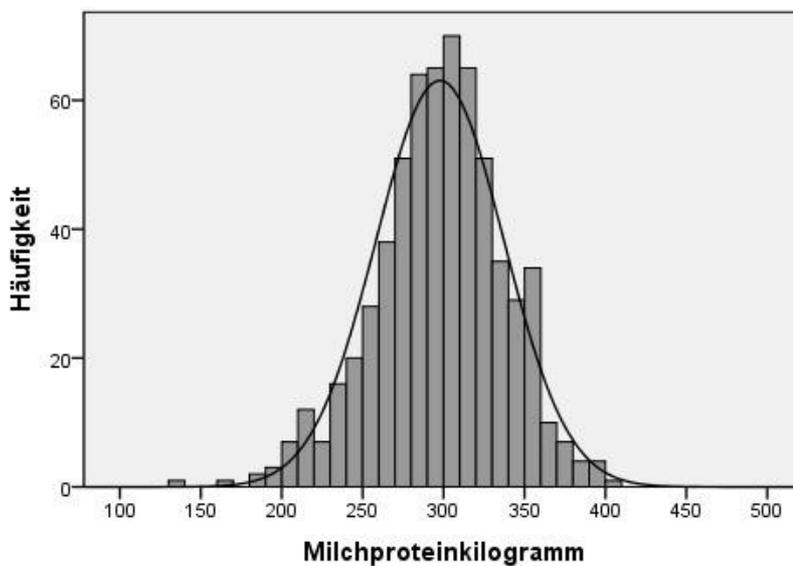


Abbildung 54: Histogramm der Verteilung des durchschnittlichen Milchproteinkilogramm mit Normalverteilungskurve (n=625; Mittelwert:  $298 \pm 39,5$ ; Median: 300; Kurtosis: 0,456)

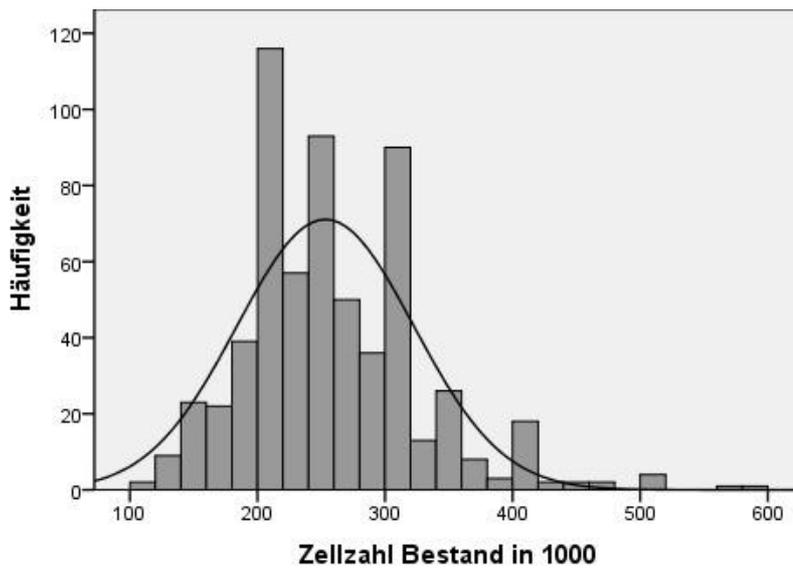


Abbildung 55: Histogramm der Verteilung der durchschnittlichen Tankmilchzellzahlen mit Normalverteilungskurve (n=617; Mittelwert:  $253 \pm 69,3$  Median: 250; Kurtosis: 2,002)

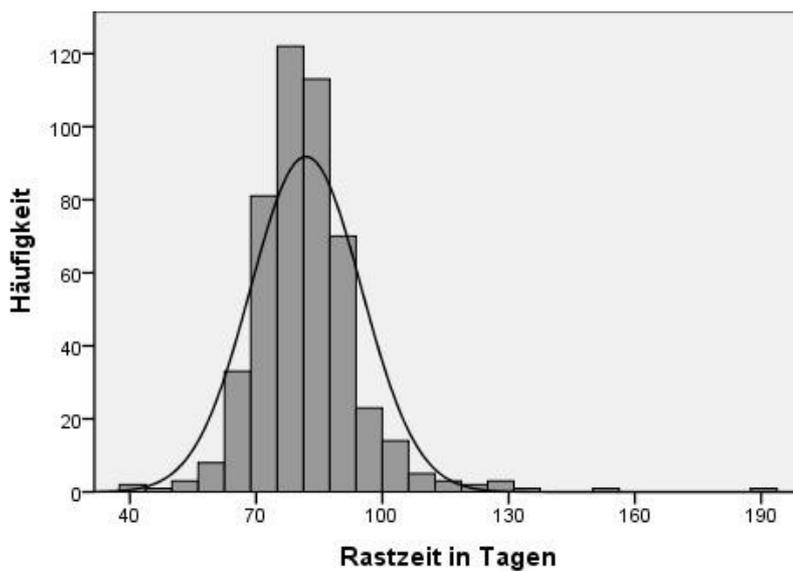


Abbildung 56: Histogramm der Verteilung der Rastzeiten mit Normalverteilungskurve (n=484; Mittelwert:  $82 \pm 12,4$  Median: 81; Kurtosis: 6,332)

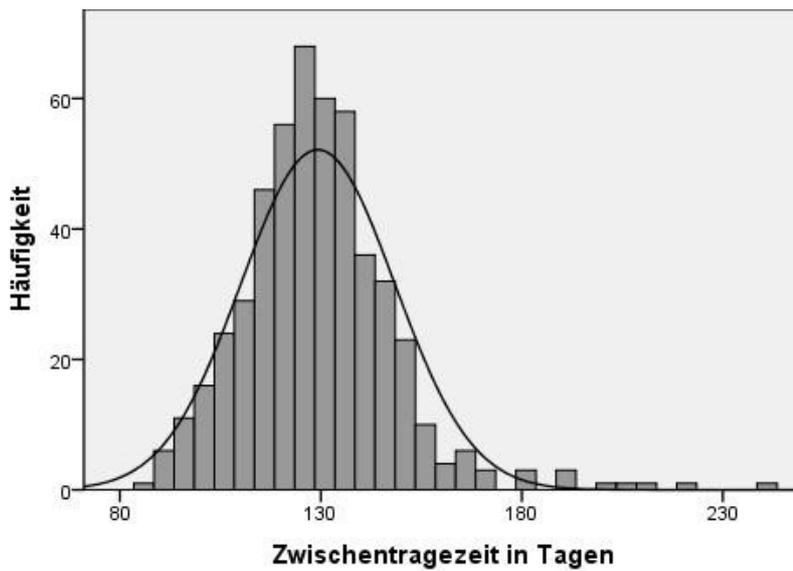


Abbildung 57: Histogramm der Verteilung der Zwischentragezeiten mit Normalverteilungskurve (n=500; Mittelwert:  $129 \pm 19,3$  Median: 128; Kurtosis: 4,396)

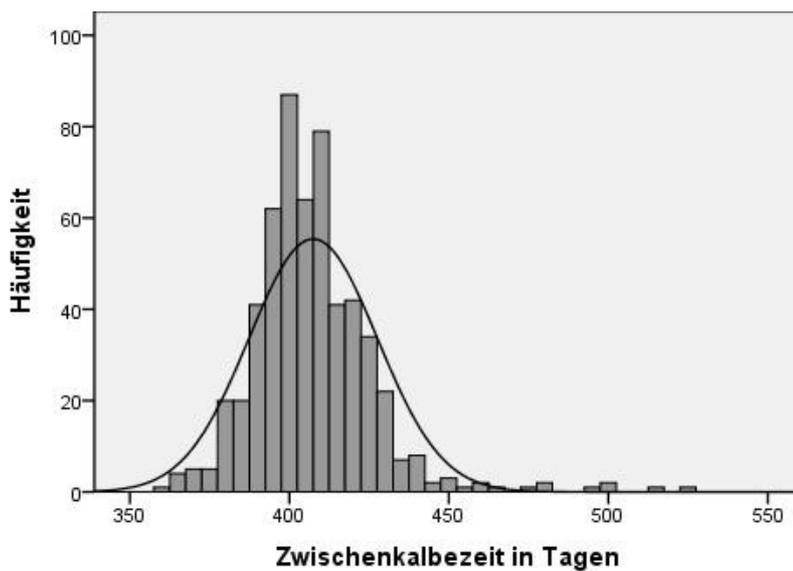


Abbildung 58: Histogramm der Verteilung der Zwischenkalbezeiten mit Normalverteilungskurve (n=560; Mittelwert:  $407 \pm 20,2$  Median: 406; Kurtosis: 11,230)

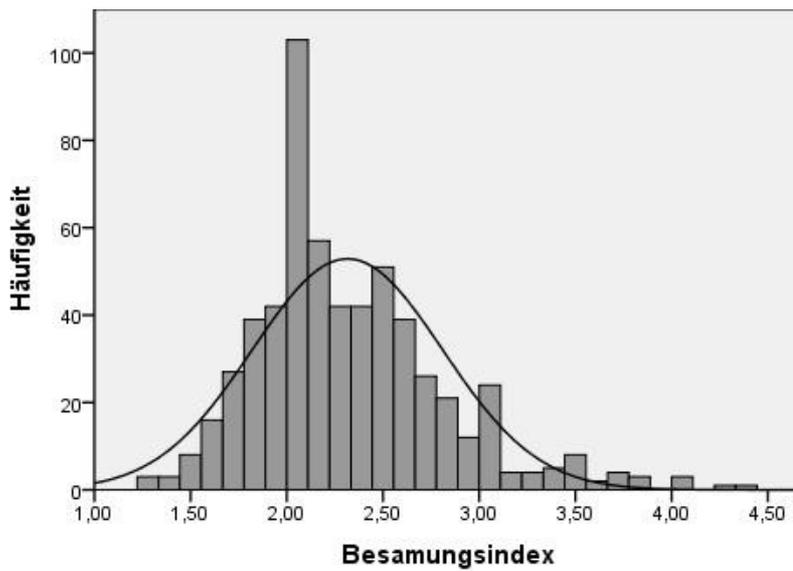


Abbildung 59: Histogramm der Verteilung der durchschnittlichen Besamungsindizes der Kühe mit Normalverteilungskurve (n=590; Mittelwert:  $2,3 \pm 0,49$  Median: 2,2; Kurtosis: 1,385)

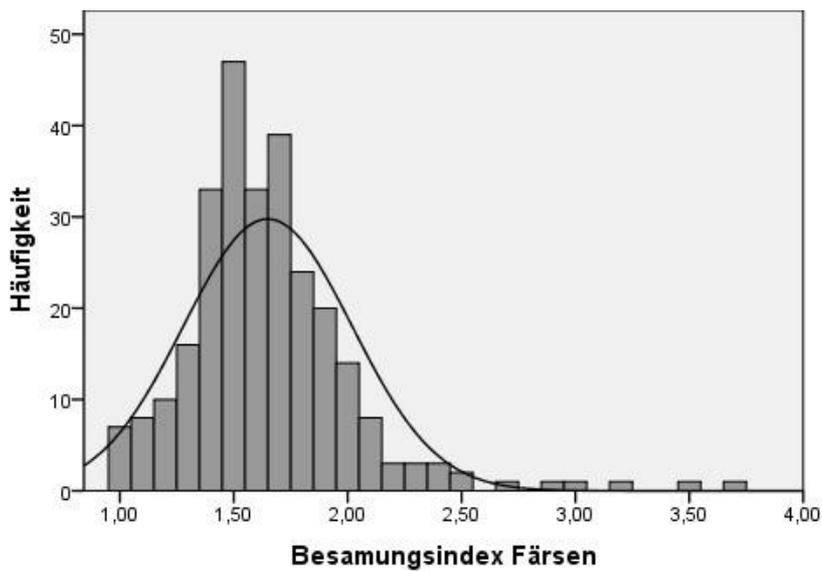


Abbildung 60: Histogramm der Verteilung der durchschnittlichen Besamungsindizes der Färsen mit Normalverteilungskurve (n=276; Mittelwert:  $1,6 \pm 0,37$  Median: 1,6; Kurtosis: 6,594)

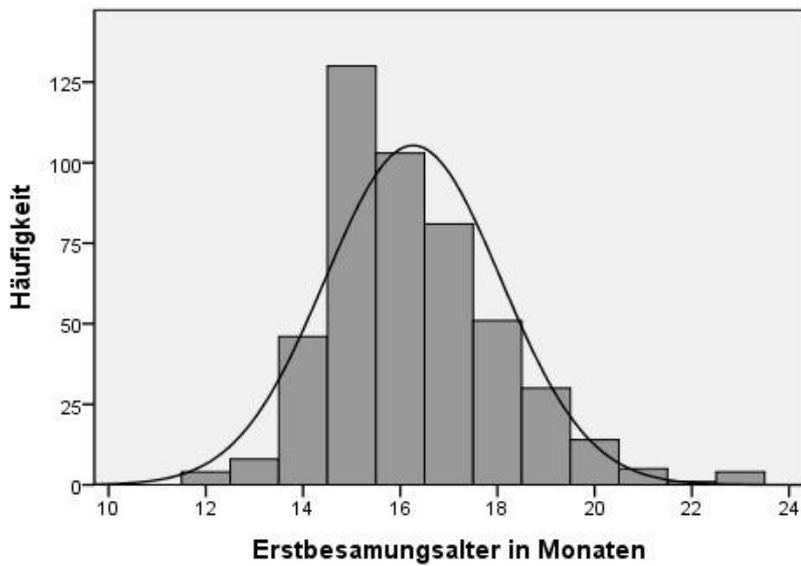


Abbildung 61: Histogramm der Verteilung der Erstbesamungsalter mit Normalverteilungskurve (n=477; Mittelwert:  $16 \pm 1,8$ ; Median: 16; Kurtosis: 1,079 )

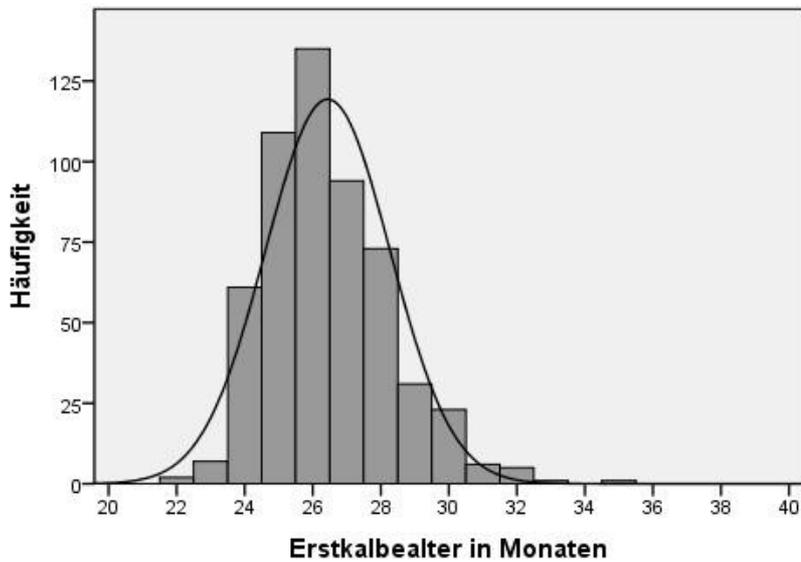


Abbildung 62: Histogramm der Verteilung der Erstkalbealter mit Normalverteilungskurve (n=548; Mittelwert:  $26 \pm 1,8$ ; Median: 26; Kurtosis: 1,000)

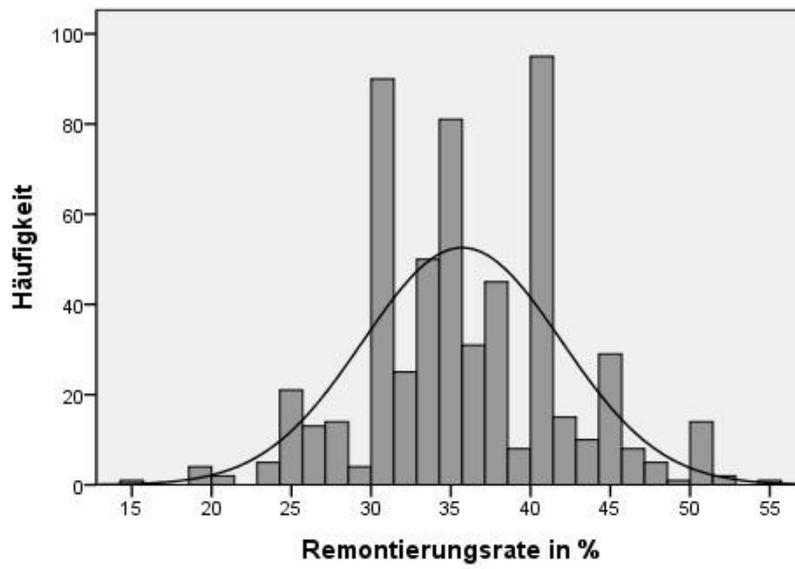


Abbildung 63: Histogramm der Verteilung der Remontierungsraten mit Normalverteilungskurve (n=574 ; Mittelwert:  $36 \pm 6,2$ ; Median: 35; Kurtosis: 0,049)

## Publikationsverzeichnis

Tierärztliche Umschau - Ausgabe 11/2012 (Nr. 67), Seiten 439 bis 447:

„Milchleistung als ein Faktor der Fruchtbarkeit“ mit Rudolf Staufenbergel

## Danksagung

Vielen herzlichen Dank an Universitäts-Professor Dr. Rudolf Staufenbergel! Danke für Ihre Zeit, Geduld und konstruktive Kritik.

Auch bei Herrn Christian Korb möchte ich mich an dieser Stelle bedanken.

## Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Schleipzig, den 01.02.2012

Carol Fölsche