

3 Material und Methoden

3.1 Projektaufbau und ausgewählte Betriebe

Fünfzehn Milchviehbetriebe in Schleswig-Holstein nahmen an einer zweijährigen Studie zur Verbesserung der Eutergesundheit teil. Voraussetzung zur Teilnahme am Projekt waren Mitgliedschaft in der Rinderspezialberatung, regelmäßige Milchleistungskontrolle durch den Landeskontrollverband Schleswig-Holstein, jährliche Kontrolle der Melktechnik nach DIN/ISO-Norm 5707 und persönliche Motivation.

Die erste Betriebsbesichtigung erfolgte im Dezember 1996. Hierbei wurden allgemeine Angaben zu Herdengröße, Stallbau, Haltung und Fütterung sowie Melktechnik und Melkarbeit anhand eines Erhebungsbogens erfaßt und Kuhkarteikarten abgegeben, auf denen Landwirte und ihre Hoftierärzte in den folgenden zwei Jahren Behandlungen, Erkrankungen und prophylaktische Maßnahmen im Kuhbereich notieren sollten (siehe Anhang).

Die Herdengrößen lagen zwischen 35 und 100 laktierenden Rindern. Die Tiere wurden in Boxenlaufställen mit Weidegang im Sommer gehalten und in Fischgräten- (n = 13) und Autotandemmelkständen (n = 2) gemolken. Betrieb 11 führte im Sommer 1998 ganzjährige Stallhaltung ein. Vorkommende Rassen waren Deutsche Holsteins der Farbrichtungen Rot und Schwarz, Deutsches Rotvieh/Angler und Deutsche Rotbunte (Doppelnutzung). Die durchschnittliche Jahresmilchleistung erstreckte sich von 5146 kg bei Betrieb 9 bis zu 9800 kg bei Betrieb 12 (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Kennzahlen der 15 Betriebe im LKV-Kontrolljahr 1998
(fett = niedrigste und höchste Werte)

Betrieb	Kühe/ Jahr	Rasse	Milch (kg)	Fett (%)	Eiweiß (%)	Zellzahl (in Tausend)
1	46,0	DRB	7688	4,22	3,41	81
2	92,2	DSB, DRB, Angler	7449	4,39	3,39	148
3	85,1	DSB, DRB	8617	4,32	3,32	172
4	69,6	DSB	8047	4,22	3,25	179
5	63,2	DRB (DN)	7302	4,40	3,50	145
6	70,3	DSB, DRB	8712	4,38	3,42	160
7	110,2	DRB	5482	4,25	3,46	247
8	99,0	DRB	6637	4,35	3,38	344
9	66,5	DSB, DRB	5146	4,18	3,48	187
10	99,7	Angler	7810	4,71	3,54	143
11	63,5	DSB	8714	4,17	3,39	150
12	70,3	DSB	9800	4,07	3,31	139
13	52,5	DRB (DN)	5958	4,45	3,32	253
14	55,7	Angler	7969	4,63	3,40	187
15	87,3	DSB, DRB	6571	4,32	3,31	140
Mittel	75,4		7460	4,34	3,39	178

3.1.1 Datenerhebung

Von Januar 1997 bis Dezember 1998 wurde jeder Betrieb einmal monatlich im Anschluß an die Milchleistungskontrolle durch den Landeskontrollverband Schleswig-Holstein zur Morgenmelkung besucht. Im Juli 1997 und Juli 1998 fanden keine Milchleistungskontrollen und auch keine Betriebsbesuche statt. Jeweils nach Vorbereitung der Kühe zum Melken durch den Landwirt wurden von den Doktorandinnen des Instituts für Tierzucht und -haltung sterile Viertelanfängsgemelksproben entnommen. Diese gelangten unmittelbar nach dem Betriebsbesuch zum Institut für Tiergesundheit und Lebensmittelqualität (ITL) zur bakteriologischen Untersuchung. Die Bestimmung der somatischen Zellzahl erfolgte im Zentralen Milchlabor (ZML) des LKV mittels Fossomatik-Gerät (Fossomatik-5000[®], Fa. Foss Electric, Dänemark). Hierbei findet nach Anfärbung der Nativmilch mit einem fluoreszierenden Farbstoff eine elektronenoptische Zählung statt.

Die Melkarbeit des Landwirts wurde anhand eines Fragebogens aufgenommen, ebenso Veränderungen in der Melktechnik, im Haltungssystem, in der Fütterung. Auch das Verhalten von Tier und Mensch im Melkstand wurde beurteilt. Im Anschluß an die Melkzeit wurden die Daten der Kuhkarteikarten aufgenommen.

3.1.2 Viertelgemelksprobennahme

Grundlage zur Entnahme der Viertelgemelksproben aus dem Anfangsgemelk war das Referenzverfahren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Fachgruppe Milchhygiene (1980):

Nach Vormelken und Vorreinigung des Euters durch den Melker wurde die Zitze, insbesondere die Zitzenspitze, mit 70%igem Ethanol eingesprüht und mit einem sauberen Einwegtuch abgetrocknet. Der erste Milchstrahl wurde verworfen, anschließend 30 ml Milch schräg in ein Röhrchen gemolken. Die Milchprobenröhrchen enthielten 0,18 g Borsäure in Pulverform als Konservierungsstoff. Innerhalb von maximal vier Stunden gelangten die Proben zum Untersuchungslabor des ITL, wo sie sofort untersucht wurden. An Wochenenden wurden die Proben gekühlt (4 °C) gelagert und am folgenden Montag untersucht.

3.1.3 Bakteriologische Untersuchung

Nach sorgfältiger Durchmischung der Proben wurde ein Inokulum von 0,01 ml auf einem Viertel einer Columbia-Agarplatte mit 5% Schafblutzusatz (Fa. Oxoid) und einem Edwards-Nährboden (Fa. Oxoid) ausgestrichen und 24 Stunden bei 37 °C aerob bebrütet. Bei schwachem Koloniewachstum wurde nochmals 24 Stunden inkubiert. Die Identifizierung der Mastitiserreger stützt sich auf Wachstumsverhalten, Koloniemorphologie, Farbpigmentbildung, Äsculinspaltung und Hämolysinbildung, Gramfärbung und CAMP-Test. Als weitere Testverfahren wurden Spezialnährböden, API-Systeme der Fa. Bio Merieux und von September 1997 bis Dezember 1998 der Koagulase-Test der Fa. DIFCO eingesetzt.

3.1.4 Antibiogramme

Pro Betrieb wurden in monatlichen Abständen bis September 1997 bzw. in zweimonatlichen Abständen in Stichproben drei bis fünf Antibiogramme angelegt. Dabei sollte das Erregerspektrum des Betriebes im entsprechenden Monat abgedeckt werden. Bei Staphylokokken wurde jeweils von einem penicillinasebildenden und einem penicillinempfindlichen Stamm ein Antibiogramm angefertigt. Grundsätzlich wurden alle

nachgewiesenen Staphylokokken von allen Tieren auf Penicillinempfindlichkeit getestet. Insgesamt standen 791 Antibiogramme zur Verfügung.

Grundlage für den Bewertungsschlüssel, dargestellt in Tabelle 15, ist die Arbeitsanweisung „Resistenzbestimmung schnell wachsender Mikroorganismen“ des Arbeitskreises für Veterinärmedizinische Infektionsdiagnostik der DVG, Stand XI 1996 sowie die DIN-Norm 58940.

Tabelle 15: Beurteilung im Resistogramm getesteter Antibiotika und Sulfonamide anhand der Hemmhofgrößen (in mm)

Wirkstoff bzw. Gruppe	Beladung in µg	voll empfindlich = mm	mäßig empfindlich mm	unempfindlich = mm
Penicillin	10 IE (6 µg)	29		28
Staphylokokken andere		24	13 - 23	12
Oxacillin	5	16	-	15
Ampicillin	10	29	-	28
Staphylokokken andere		22	15–21	14
Cefoperazon	10	23	17–22	16
Cefacetil	30	27	24–26	23
Erythromycin	15	21	17–20	16
Gentamicin	10	21	15–20	14
Lincomycin	15	24	19–23	18
Polymyxin B	300	12	9–11	8
Tetracycline	30	22	17–21	16
Sulfomethoxazol + Trimethoprim	25	16	11–15	10
Enrofloxacin	5	22	18–21	17
Spiramycin	100	24	19–24	19
Cefazolin	30	22	20–21	19
Cefquinom	10	17	-	18

3.1.5 Klinische Euteruntersuchung

Das Euter jeder Kuh wurde zwischen dem 14. und 80. Laktationstag klinisch nach dem Melkvorgang adspektorisch und palpatorisch untersucht. Die Melkbarkeit und Sekretbeschaffenheit wurde vor dem Melken bei der Viertelgemelksprobennahme beurteilt. Die Bewertung erfolgte in Anlehnung an Rosenberger (1990) und ist in Kapitel 3.2.2 dargestellt.

3.1.6 Datenaufbereitung

Die anhand der Kuhkarteikarten erhobenen Daten zum Gesundheitszustand der Kühe sowie Kalbungen, Besamungen, Trächtigkeitsuntersuchungen und Zeitpunkt des Trockenstellens wurden im Institut für Tierzucht und -haltung mit dem Herdenmanagementprogramm „Dairy plan“, Codatron 4 der Firma Westfalia, Oelde, verwaltet. Zusammen mit den monatlich erhobenen Daten der Milchleistungsprüfung und den Ergebnissen der Viertelgemelksprobenahmen erfolgte der Aufbau einer Stammdatei im Programmpaket SAS (SAS Institute Inc. 1996). Diese Stammdatei bildete die Grundlage für alle statistischen Auswertungen.

3.1.7 Definitionen

3.1.7.1 Mastitis

Klinische Mastitis

Eine klinische Mastitis lag vor, wenn von Landwirt, Tierarzt oder Untersuchern des Instituts eine Sekretveränderung und/oder eine Schwellung und Rötung in mindestens einem Euterviertel beobachtet wurde, mit und ohne Störung des Allgemeinbefindens. Ein erneuter Mastitisfall bedeutete auf Viertelebene, daß im gleichen Viertel nach einem Abstand von mindestens 14 Tagen eine erneute klinische Mastitis festzustellen war. Auf Kuhbasis lag ein erneuter Mastitisfall vor, wenn 14 Tage nach dem ersten Auftreten einer klinischen Mastitis ein weiteres Viertel oder das gleiche Viertel klinische Symptome zeigte.

Mastitisrate

Die klinische Mastitisrate ist der Quotient aus Anzahl klinischer Mastitisfälle eines Betriebs pro Monat und Anzahl Tiere in der Herde multipliziert mit 100.

Viertelprävalenz

Die Viertelprävalenz ist der Quotient aus der Anzahl erregerausscheidender Viertel und der Gesamtzahl laktierender Viertel in der betroffenen Herde im jeweiligen Monat bzw. Jahr.

Subklinische Mastitis

Bei der Auswertung der subklinischen Mastitiden wurde je nach Fragestellung zwischen erregerspezifischen subklinischen Infektionen und subklinischen Infektionen unabhängig von der Bakterienspezies unterschieden. Die entsprechenden Definitionen befinden sich in Kapitel 3.3.2, Tabelle 22 und Kapitel 3.5.2, Tabelle 26.

3.1.7.2 Herdenparameter

Herdenalter

Das Herdenalter ist der arithmetische Mittelwert aller von der MLP erfaßten Tiere eines Betriebes in einem Monat. Aus den monatlichen Mittelwerten wurden jährliche Mittelwerte gebildet.

Herdengröße

Die jährliche Herdengröße ist der Mittelwert aller monatlich von der MLP erfaßten Tiere eines Betriebes und umfaßt alle laktierenden Rinder und Trockensteher. Färsen wurden erst nach der Kalbung berücksichtigt.

Herdenleistung

Die durchschnittliche Herdenleistung eines Betriebes innerhalb eines Monats ist der Quotient aus der Summe aller monatlichen unkorrigierten Milchmengenleistungen und der monatlichen Anzahl der Laktierenden und Trockensteher einer Herde. Der Mittelwert aus den monatlichen Durchschnittsleistungen ergibt die jeweilige mittlere Herdenleistung eines Jahres.

Abgangsrate

Die Abgangsrate ist der Quotient aus der Summe aller Abgänge eines Jahres und der mittleren Herdengröße eines Jahres multipliziert mit 100.

3.2 Einflußfaktoren auf Zellzahlen und Milchleistung innerhalb der Laktation

3.2.1 Auswertungsmethodik

Bei 735 Kühen lagen Untersuchungsergebnisse von 2938 Viertelgemelksproben aus einer vollständigen Laktation vor. Pro Betrieb konnten zwischen 24 (Betrieb 13) bis 75 Laktationen (Betrieb 10) ausgewertet werden, im Mittel waren es $49,0 \pm 14,9$ Tiere. Klinische Euteruntersuchungen wurden durchschnittlich am Tag $47,4 \pm 23,1$ bei allen Tieren durchgeführt. Um eine Normalverteilung zu erreichen, wurden die Viertelzellzahlen logarithmiert.

Die Analyse der Einflußfaktoren auf Milchleistung und somatische Zellzahlen innerhalb der Laktation erfolgte mit der Prozedur Mixed des Programmpakets SAS (SAS Institute Inc., 1996). Bei dieser Prozedur werden Einflußfaktoren in gemischten linearen Modellen (fixe und zufällige Effekte) auf der Basis der „restricted maximum-likelihood“-Methode untersucht. Die Prüfung der Ergebnisse auf statistische Signifikanz erfolgte mittels F-Test.

Modell 1 „Viertelzellzahlen“

$$y_{ijklmnop} = \mu + Hsais_i + Ksais_j + Lnr_k + Ltgc_l + KlinM_m + Mil_n + Eu_o + kuh_p + e_{ijklmnop}$$

$y_{ijklmnop}$ = Zellzahl des jeweiligen Viertels der p-ten Kuh ($l = 1, \dots, 735$)

μ = allgemeines Mittel

$Hsais_i$ = fixer Effekt der i-ten Herdensaison ($i = 1, \dots, 214$)

$Ksais_j$ = fixer Effekt der j-ten Kalbesaison ($j = 1, 2, 3$)

Lnr_k = fixer Effekt der k-ten Laktation ($k = 1, 2, 3, 4$)

$Ltgc_l$ = fixer Effekt des l-ten Laktationsabschnitts ($l = 1, \dots, 6$)

$KlinM_m$ = fixer Effekt der m-ten klinischen Mastitis ($m = 1, 2$)

Mil_n = fixer Effekt der n-ten Milchleistungs-kategorie ($n = 1, \dots, 5$)

Eu_o = fixer Effekt der o-ten Euterbeschaffenheit ($o = 1, \dots, 4$)

kuh_p = zufälliger Effekt der p-ten Kuh ($p = 1, \dots, 735$)

$e_{ijklmnop}$ = Restfehler

Modell 2 „Milchleistung“

$$y_{ijklmnop} = \mu + Hsais_i + Ksais_j + R_k + Lnr_l + Ltgcl_m + KlinM_n + SubklinCl_o + kuh_p + e_{ijklmnop}$$

$y_{ijklmnop}$ = Milchleistung der p-ten Kuh ($l = 1, \dots, 735$)

μ = allgemeines Mittel

$Hsais_i$ = fixer Effekt der i-ten Herdensaison ($i = 1, \dots, 214$)

$Ksais_j$ = fixer Effekt der j-ten Kalbesaison ($j = 1, 2, 3$)

R_k = fixer Effekt der k-ten Rasse ($k = 1, 2, 3$)

Lnr_l = fixer Effekt der l-ten Laktation ($l = 1, 2, 3, 4$)

$Ltgcl_m$ = fixer Effekt des m-ten Laktationsabschnitt ($m = 1, \dots, 6$)

$KlinM_n$ = fixer Effekt der n-ten klinischen Mastitis ($n = 1, 2$)

$SubklinCl_o$ = fixer Effekt des o-ten subklinischen Mastitisstatus ($o = 1, \dots, 6$)

kuh_p = zufälliger Effekt der p-ten Kuh ($p = 1, \dots, 735$)

$e_{ijklmnop}$ = Restfehler

Die Residuen-Schätzwerte-Plots bestätigten die Modellannahme der Varianzhomogenität und der Unabhängigkeit, da keine deutliche Ausreißer hervortraten.

3.2.2 Definitionen in den Modellen „Viertelzellzahlen“ und „Milchleistung“**Herdensaison**

Aus 22 Untersuchungsmonaten wurden 15 Abschnitte je Herde gebildet. Die Monate Januar bis April 1997, Mai und Juni 1997 sowie September bis Dezember 1998 wurden jeweils zu einem Abschnitt zusammengefaßt. In sechs Betrieben mußten Abschnitte aufgrund zu niedriger Anzahl an Beobachtungen zusammengelegt werden, so daß insgesamt die Herdensaison 214 Effektstufen aufwies.

Kalbesaison

Es wurden drei Kalbesaisonabschnitte gebildet, wobei zwischen Stallperioden und Weideperiode unterschieden wurde. 26,4 % der Kühe kalbten zwischen Januar und April 1997, 41,8 % während der Weideperiode von Mai bis September 1997 und die übrigen

31,8 % zwischen Oktober 1997 und März 1998. Spätere Abkalbungen wurden aufgrund unvollständiger Laktationen nicht mehr berücksichtigt.

Milchleistungsklasse

Anhand der MLP-Ergebnisse wurden die Milchleistungen in fünf verschiedene Leistungsklassen eingeteilt. Tabelle 16 zeigt die Verteilung der Proben.

Tabelle 16: Milchleistungsklassen bei 6865 MLP-Ergebnissen von 735 Kühen

Milchleistung	n	%
< 15,0 kg	1138	16,6
15,0–19,9 kg	1513	22,0
20,0–24,9 kg	1616	23,5
25,0–29,9 kg	1209	17,6
= 30,0 kg	1389	20,2

Euterbeschaffenheit

In Anlehnung an den Euteruntersuchungsgang von Rosenberger (1990) wurden folgende Definitionen vorgenommen.

Euterform

Tabelle 17 zeigt die Einteilung und Häufigkeit vier verschiedener Euterformen.

Tabelle 17: Definition und Vorkommen verschiedener Euterformen bei 735 Kühen

Euterform	Definition	Häufigkeit	
		n	%
Schüsseleuter	alle 4 Euterviertel gleich groß, Euter der Bauchwand fest anliegend, Milchdrüse relativ flach	616	83,8
Bauchschenkeleuter	große Milchdrüse mit breiter Basis, die weit nach vorne und hinten reicht	26	3,5
Stufeneuter	Hinterviertel deutlich stärker ausgebildet als Vorderviertel	77	10,5
Hängeeuter	stark pendelnd aufgrund von Bindegewebsschwäche	16	2,2

Zitzenform

Bei den Zitzenformen wurden fünf Klassen gebildet (Tabelle 18).

Tabelle 18: Definition der Zitzenformen bei 735 Kühen

Zitzenform	Definition
normal	alle vier Finger der Untersucherin konnten zum Handmelken angelegt werden ($\hat{=}$ mindestens 6 cm Länge)
kegelförmig/ milchbrüchig	kegelförmige oder im oberen Zisternenabschnitt ampullenförmig erweiterte Zitze
kurz	= 3 Finger konnten beim Handmelken angelegt werden ($\hat{=}$ weniger als 4,5 cm Länge)
fleischig	Durchmesser > 2 Finger ($\hat{=}$ 3 cm)
sehr dünn	bleistiftartig

Beschaffenheit der Strichkanalöffnung

Bei den Strichkanalöffnungen konnten vier charakteristische Formen differenziert werden (Tabelle 19).

Tabelle 19: Definition verschiedener Formen von Strichkanalöffnungen bei 735 Kühen

Strichkanalöffnung	Definition
normal	dicht geschlossen und glattrandig
Eversion/ Erweiterung	deutlich geöffneter Strichkanal und/oder Schleimhaut vorgefallen, so daß ein rosafarbener Wall entlang der Öffnung zu sehen ist
Hyperkeratose	ein weißlicher Keratinring legt sich um die Strichkanalöffnung
Hyperkeratose mit Rhagadenbildung	der weißliche Keratinring ist zerfranst

Beschaffenheit der Zitzenkuppe

Bei der Untersuchung der Zitzenkuppen konnten drei Formen unterschieden werden (Tabelle 20).

Tabelle 20: Definition und Vorkommen verschiedener Zitzenkuppenformen bei 735 Kühen

Kuppenform	Definition	Häufigkeit	
		n	%
normal	abgerundete Kuppe	512	69,7
tellerförmig	deutlich abgeflachte Kuppe, auf der zwei konzentrische Ringwülste einen Teller bilden, in dessen Mitte der Strichkanal mündet	192	26,1
trichterförmig	gerstenkorn- bis bohnen großer Trichter rings um den Strichkanal	31	4,2

Melkbarkeit

Die Beurteilung der Melkbarkeit erfolgte beim Vormelken. Eine Incontinentia lactis lag vor, wenn ohne äußeren Druck Milch aus der Strichkanalöffnung abfließen konnte. Schwermelkigkeit bedeutete, daß sich Milch nur unter erheblichem manuellen Druck ermelken ließ.

3.3 Einflußfaktoren auf puerperale klinische Mastitis und Retentio secundarum bei multiparen Kühen innerhalb des ersten Laktationsmonats

3.3.1 Auswertungsmethodik

Um verschiedene Einflußfaktoren auf Nachgeburtverhalten und klinische Mastitiden zu Laktationsbeginn zu untersuchen, wurden die Laktationsübergänge von 984 multiparen Kühen ausgewertet. Der Auswertungszeitraum umfaßte die letzten beiden Viertelgemelksprobennahmen (VGPN) und MLP-Ergebnisse der vorherigen Laktation, die Trockenperiode und die ersten 30 Tage der neuen Laktation. Die Kühe wurden trocken gestellt, indem nach dem letzten Melken in alle Viertel ein Langzeitantibiotikum eingebracht wurde. Von der Auswertung ausgeschlossen wurden Kühe, die entweder nicht trocken gestellt wurden oder bei denen Angaben über das Trockenstellen fehlten. Ebenfalls ausgeschlossen von der Auswertung wurden Kühe, die vor Erreichen des 30. Laktationstages abgingen. Eine Ausnahme bildeten Tiere, die aufgrund einer klinischen Mastitis ausgemerzt wurden.

Das Auftreten von Nachgeburtverhalten bzw. klinischer Mastitiden während des ersten Laktationsmonats stellt ein dichotomes Merkmal dar. Zur Quantifizierung der systemischen

Einflußfaktoren auf das Vorkommen von Nachgeburtverhalten und klinischer Mastitis und zur Beschreibung des wahrscheinlichen Auftretens wurde ein logistisches Regressionsmodell oder binäres Logitmodell ausgewählt. Das Logitmodell setzt sich aus Zufallskomponente, systemischer Komponente und Verbindungsfunktion (link function) zusammen (SAS Institute Inc. 1995). Bei linearer Regression kann die abhängige Variable jeden Wert annehmen, bei dichotomen Merkmalen liegt der Wert zwischen 0 und 1. Durch eine Transformation mit Hilfe der Logitfunktion wird die Wahrscheinlichkeitsskala auf einen unbeschränkten Wertebereich erweitert.

Die unbekannt Parameter β werden nach der Methode Maximum Likelihood geschätzt.

Die Schätzung der unbekannt Parameter erfolgte mit der Prozedur Logistik von SAS (SAS Institute Inc. 1996). Nach verschiedenen Tests wurden folgende Modelle ausgewählt. Die Prüfung der Ergebnisse auf statistische Signifikanz erfolgte mit Hilfe des χ^2 -Testes.

Modell 3 „Klinische Mastitis“

$$\text{logit}(\hat{p}_{ijklm}) = b_0 + \text{Lno}_i + \text{Skl}_j + \text{Inf}_k + \text{MI}_l + \text{NGV}_m$$

\hat{p}_{ijklm} = Wahrscheinlichkeit des Auftretens von puerperaler klinischer Mastitis

b_0 = Konstante

Lno_i = fixer Effekt der Laktationsanzahl ($i = 1, 2$)

Skl_j = fixer Effekt der Eutergesundheitsklasse ($j = 1, 2, 3$)

Inf_k = fixer Effekt des Infektionsdrucks ($k = 1, 2$)

MI_l = fixer Effekt der individuellen Milchleistung ($l = 1, 2, 3$)

NGV_m = fixer Effekt des Nachgeburtabgangs ($m = 1, 2$)

Modell 4 „Nachgeburtverhalten“

$$\text{logit}(\hat{p}_{ijklmn}) = b_0 + \text{Lno}_i + \text{Sk}_j + \text{Kalvl}_k + \text{MB}_l + \text{TroZ}_m + \text{Ksais}_n$$

- \hat{p}_{ijklmn} = Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Nachgeburtverhalten
- b_0 = Konstante
- Lno_i = fixer Effekt der Laktationsanzahl ($i = 1, 2$)
- Sk_j = fixer Effekt der Eutergesundheitsklasse ($j = 1, 2, 3$)
- Kalvl_k = fixer Effekt des Kalbeverlaufs ($k = 1, 2$)
- MB_l = fixer Effekt der Herdenmilchleistung ($l = 1, 2, 3$)
- TroZ_m = fixer Effekt der Trockenstehklasse ($m = 1, 2, 3$)
- Ksais_n = fixer Effekt der Kalbesaison ($n = 1, 2$)

3.3.2 Definitionen der Einflußgrößen in Modell 3 und Modell 4

Laktationsanzahl

Die Kühe wurden in zwei Altersgruppen zusammengefaßt. 43,5 % der Kühe waren p.p. in der zweiten Laktation (Gruppe 1), 56,5 % in der dritten oder höheren Laktation (Gruppe 2). Tabelle 21 zeigt zusätzlich die Aufteilung der Gruppe 2.

Tabelle 21: Verteilung der Kühe nach Laktationsanzahl zu Beginn der neuen Laktation (n = 984)

Laktationsanzahl	n	%
2	428	43,5
3	190	19,3
4	163	16,6
= 5	203	20,6

Kalbesaison

Kalbesaison 1 beinhaltete Kühe, die von Oktober bis April kalbten (54,6 %), in Kalbesaison 2 befanden sich 447 Tiere, die von Mai bis September abkalbten.

Individuelle Milchleistung

Der Mittelwert der letzten beiden MLP vor dem Trockenstellen bildete die individuelle Milchleistung vor dem Trockenstellen. Es erfolgte eine Unterteilung in drei Klassen: < 13 kg, 13–20 kg und > 20 kg.

Herdenmilchleistung

Die Herdenmilchleistung setzte sich aus den durchschnittlichen Milchleistungen aller laktierenden Kühe einschließlich Trockensteher einer Herde innerhalb eines Jahres zusammen. Wie bei der individuellen Milchleistung wurden auch hier drei Leistungsklassen gebildet: < 18 kg, 18–22 kg und > 22 kg.

Eutergesundheitsstatus vor dem Trockenstellen

Grundlage zur Beurteilung der Eutergesundheit vor dem Trockenstellen waren die Ergebnisse der letzten beiden VGPN vor dem Trockenstellen.

Eine Kuh wurde als *subklinisch unauffällig* eingestuft, wenn bei beiden VGPN kein Viertel somatische Zellzahlen von mehr als 100.000/ml bei positivem bakteriologischen Befund und gleichzeitig kein Viertel Zellzahlen von mehr als 400.000/ml bei negativem bakteriologischen Befund erreichte. Überschritt eine Kuh diese Grenzwerte in mindestens einem Viertel bei einer VGPN, so galt sie als *einmal subklinisch auffällig*, bei Überschreiten der Grenzwerte bei beiden VGPN wurde sie entsprechend als *zweimal subklinisch auffällig* eingestuft.

Eine weitere Einteilung wurde aufgrund der bakteriologischen Befunde vorgenommen (siehe Tabelle 22).

Tabelle 22: Definition des Eutergesundheitsstatus vor dem Trockenstellen aufgrund zytobakteriologischer Befunde (n = 984)

Klasse	Eutergesundheitsstatus	Definition
1	eutergesund	in 2 VGPN ¹ SZZ ² in keinem Viertel > 100.000/ml und Erregerausscheidung
2	1 VGPN <i>Staphylococcus</i> spp.	bei 1 VGPN in mindestens einem Viertel <i>S. spp.</i> nachgewiesen, SZZ des/der betroffenen Viertel > 100.000/ml
	2 VGPN <i>Staphylococcus</i> spp.	in = 1 Viertel wurden bei 2 VGPN <i>S. spp.</i> nachgewiesen, SZZ des/der betroffenen Viertel > 100.000
3	<i>Streptococcus</i> spp.	in = 1 Viertel wurden bei = 1 VGPN <i>Streptococcus</i> spp. nachgewiesen, SZZ des/der betroffenen Viertel > 100.000/ml

¹Viertelgemelksprobennahme, ²Somatische Zellzahl

Da die Probennahmeintervalle etwa vier Wochen betragen, die mittlere Dauer von Streptokokkeninfektionen jedoch bei 14 Tagen liegt (Todhunter et al. 1995) und die somatische Zellzahl betroffener Viertel gegenüber gesunden und mit *Staphylococcus* spp. infizierten Vierteln signifikant erhöht ist, wurde eine Kuh als infiziert eingestuft, sobald in mindestens einem Viertel *Streptococcus* spp. (außer *Sc. agalactiae*) nachgewiesen werden konnten. Kühe, die mit anderen Mastitiserregern als *Staphylococcus* spp. und *Streptococcus* spp. infiziert waren, wurden von der Analyse ausgeschlossen.

Länge des Trockenstehens

Die Kühe wurden aufgrund der Länge des Trockenstehens in drei Klassen verteilt. Klassengrenzen waren dabei < 40 Tage, 40–79 Tage und > 80 Tage.

Kalbeverlauf

Es wurden zwei Klassen gebildet. Klasse 1 umfaßte Tiere, die alleine oder mit leichter Zughilfe kalbten (86,7 %), in Klasse 2 befanden sich die übrigen 13,3 % der Kühe, die mit schwerer Zughilfe oder mit tierärztlicher Hilfe abkalbten.

Nachgeburtsverhalten

Konnte innerhalb von 12 Stunden p.p. kein Abgang der Eihäute beobachtet werden, so lag eine Nachgeburtsverhaltung vor. In allen Betrieben wurden Tiere mit Nachgeburtsverhalten mindestens einmal intrauterin mit antibiotischen Stäben behandelt. Häufig wurden Abnahmeversuche durch den Tierarzt vorgenommen.

Viertelprävalenz

Die Viertelprävalenz ist der Quotient aus der Anzahl erregerausscheidender Viertel und der Gesamtzahl laktierender Viertel in der betroffenen Herde im jeweiligen Kalbemonat.

3.4 Einflußfaktoren auf puerperale klinische Mastitiden bei primiparen Kühen innerhalb des ersten Laktationsmonats

3.4.1 Auswertungsmethodik

Von 674 Färsen wurden Daten von der Abkalbung bis zum 30. Laktationstag berücksichtigt, um Einflußfaktoren auf klinische Mastitiden zu Laktationsbeginn zu untersuchen. Da das Auftreten klinischer Mastitiden während des ersten Laktationsmonats ein dichotomes Merkmal darstellt, wurde analog zur Auswertung in Kapitel 3.3 ein logistisches Regressionsmodell verwendet. Wie bei den multiparen Kühen erfolgte die Schätzung der unbekannt Parameter mit der Prozedur Logistik von SAS (SAS Institute Inc., 1996). Mit Hilfe des χ^2 -Testes wurden die Ergebnisse auf statistische Signifikanz geprüft. Nach mehreren Testdurchläufen wurde folgendes Modell ausgewählt.

Modell 5 „Klinische Mastitis bei Erstlaktierenden“

$$\text{logit}(\hat{p}_{ijklm}) = b_0 + \text{Ksais}_i + \text{Zit}_j + \text{Bod}_k + \text{MH}_l + \text{PPSt}_m$$

\hat{p}_{ijklm} = Wahrscheinlichkeit des Auftretens von puerperaler klinischer Mastitis

b_0 = Konstante

Ksais_i = fixer Effekt der Kalbesaison ($i = 1, 2$)

Zit_j = fixer Effekt der Zitzenform ($j = 1, 2, 3$)

Bod_k = fixer Effekt des Bodenabstands/Euter ($k = 1, 2$)

MH_l = fixer Effekt der Herdenmilchleistung ($l = 1, 2, 3$)

PPSt_m = fixer Effekt der Puerperalstörungen ($m = 1, 2$)

3.4.2 Definitionen der Einflußgrößen in Modell 5

Kalbesaison

Die Weideperiode umfaßte Abkalbungen von Mai bis September, die Stallperiode Abkalbungen von Oktober bis April.

Zitzenform

Es wurden drei Klassen gebildet: normale Zitzen, kegelförmige/fleischige Zitzen und kurze/dünne Zitzen.

Bodenabstand des Euters

Bei der Bewertung des Bodenabstands wurde unterschieden zwischen Eutern, die proximal des Sprunggelenks endeten, und Eutern, die bis zur Höhe des Sprunggelenks reichten.

Herdenmilchleistung

Tiere in Herden mit durchschnittlichen Milchleistungen von ≤ 22 kg bildeten die erste Klasse, Tiere in Herden mit Leistungen von > 22 kg die zweite.

Puerperalstörungen

In der Klasse Puerperalstörungen wurden Tiere mit Nachgeburtsverhalten, Scheiden- und Dammrissen zusammengefaßt.

3.5 Einfluß von puerperalen Mastitiden auf Rast- und Gützeit

3.5.1 Auswertungsmethodik

Um Einflüsse von Mastitiden auf die ausgewählten Fruchtbarkeitsparameter Rast- und Gützeit zu untersuchen, wurde ein Datensatz von 1362 Laktationen aus den 15 Betrieben erstellt. In die Auswertung gelangten die Ergebnisse der zytobakteriologischen Untersuchung, die Daten der monatlichen Milchleistungskontrolle und die monatlich auf dem Betrieb erhobenen Angaben zum Gesundheitszustand der Kühe. Es wurden nur Daten von Kühen ausgewertet, von denen Untersuchungsergebnisse aus einer vollständigen Laktation vorlagen bzw. deren Untersuchungszeitraum ausreichte, um eine Aussage über ihren Fruchtbarkeitsstatus zu treffen. Somit wurden diejenigen Kühe ausgeschlossen, die aufgrund akuter Puerperalstörungen oder Schweregeburten nicht mehr besamt wurden. Da nicht bei allen Tieren Trächtigkeitsuntersuchungen durchgeführt wurden, erhielten auch Kühe ohne Trächtigkeitsuntersuchung den Status „trächtig“, sofern innerhalb von 70 Tagen nach KB keine erneute Besamung erfolgte. Bei 91,7 % der Laktationen konnte der Status „trächtig“ vergeben werden.

Da das Risiko an subklinischer Mastitis zu erkranken im Laufe der Laktation zunimmt und gleichzeitig das Risiko an klinischer Mastitis zu erkranken, abnimmt (Natzke 1981, Miltenburg et al. 1996), kann einerseits die Dauer der Rast- bzw. der Gützeit einen Einfluß auf das Mastitisrisiko haben und andererseits eine Mastitis die Rast- und Gützeit beeinflussen. Damit alle Laktationen mit den verschiedensten Rastzeiten einem vergleichbaren Mastitisrisiko unterliegen, wurden folgende Restriktionen vorgenommen:

- Klinische Mastitiden wurden nur berücksichtigt, wenn sie innerhalb des Puerperiums auftraten, nach Richter und Götze (1993) wurde der Zeitraum bis zum 42. Laktationstag begrenzt.
- Zur Ermittlung von Tieren mit subklinischer Mastitis wurden nur die Ergebnisse der ersten beiden Viertelgemelkspoben post partum ausgewertet.
- Laktationen mit Rastzeiten = 42. Laktationstag wurden von der Analyse ausgenommen.

Um eine Normalverteilung zu erreichen, wurden Rast- und Gützeiten logarithmiert ($\log_{10}y$).

Die Auswertung bezüglich der Rast- und Gützeit erfolgte mit der Prozedur Mixed des SAS-Programmpakets (SAS Institute Inc. 1996) nach folgender Modellgleichung:

Modell 6 „ Rast-/Gützeit“

$$Y_{ijklmno} = HJS_i + \text{Laktation}_j + \text{Energie}_k + \text{Euter}_l + \text{Fruchtbarkeit}_m + \text{Stoffwechsel}_n + \text{kuh}_o + e_{ijklmno}$$

$$Y_{ijklmno} = \log_{10}(\text{Rastzeit}) \text{ oder } \log_{10}(\text{Gützeit}) \text{ der } o\text{-ten Kuh}$$

$$HJS_i = \text{fixer Effekt Herde x Jahr x Saison (} i = 1, \dots, 54)$$

$$\text{Laktation}_j = \text{fixer Effekt der Lakationsanzahl (} j = 1, \dots, 4)$$

$$\text{Energie}_k = \text{fixer Effekt der fett- und eiweißkorrigierten Milchleistungs-klasse (} k = 1, \dots, 6)$$

$$\text{Euter}_l = \text{fixer Effekt der Eutergesundheitsklasse (} l = 1, \dots, 5)$$

$$\text{Fruchtbarkeit}_m = \text{fixer Effekt der Fruchtbarkeitsklasse (} m = 1, \dots, 4)$$

$$\text{Stoffwechsel}_n = \text{fixer Effekt der Stoffwechselklasse (} n = 1, 2, 3)$$

$$\text{kuh}_o = \text{zufälliger Effekt der } o\text{-ten Kuh (} o = 1, \dots, 1362)$$

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

3.5.2 Definitionen in den Modellen „Rast-/Gützeit

Herde x Jahr x Saison

In jedem Betrieb wurden die Kalbemonate zu Kalbesaisons zusammengefaßt. Die Weideperiode enthielt Kalbungen der Monate April bis August, die Stallperiode entsprechend Kalbungen der Monate September bis März. Aufgrund zu geringer Anzahl an Kalbungen bzw. fehlender Abkalbungen wurden in sechs Betrieben Saisons zusammengelegt bzw. waren nicht besetzt, so daß insgesamt 54 Effektstufen in Modell 6 berücksichtigt wurden.

Kalbesaison

Bei der Kalbesaison wurde unterteilt in Abkalbungen während der Stallperiode und Abkalbungen während der Weideperiode (Tabelle 23).

Tabelle 23: Kalbesaison im Modell 6

Saison		n	%
1	April bis August	848	62,3
2	September bis März	514	37,7

Laktationsanzahl

Die Kühe wurden anhand ihrer Laktationsanzahl in vier Klassen eingeteilt (Tabelle 24).

Tabelle 24: Verteilung in Laktationsnummerklassen im Modell 6

Klasse	Laktationsanzahl	n	%
1	Tiere in der ersten Laktation	445	32,7
2	Tiere in der zweiten Laktation	304	22,3
3	Tiere in der dritten Laktation	219	16,1
4	Tiere in der 4.–13. Laktation	394	28,9

Energiegehalt der Milch

Zur Ermittlung des Energiegehaltes in der Milch bei abweichender Zusammensetzung wurde folgende Regressionsgleichung verwendet (Kirchgeßner 1987):

$$\text{Energie (MJ/kg)} = 0,37 \times \% \text{-Fett} + 0,21 \times \% \text{-Protein} + 0,95$$

Es wurden die Mittelwerte aus Ergebnissen der ersten beiden Milchleistungsprüfungen berücksichtigt und die Tiere in sechs Klassen eingeteilt (Tabelle 25).

Tabelle 25: Energieklassen im Modell 6

Klasse	1	2	3	4	5	6
abgegebene Energie (in MJ/Gemelk)	< 65	65–80	81–95	96–110	111–125	> 125

Fruchtbarkeitsklasse

Erkrankungen des Genitaltrakts und Störungen der Fruchtbarkeit wurden wie folgt definiert. Der Begriff „Genitalkatarrh“ umfaßte entzündliche Veränderungen der Gebärmutter mit und ohne Ausfluß, wobei keine weitere Differenzierung in Pyometra, Metritis, Endometritis etc.

vorgenommen wurde. Genitalkatarrhe wurden von Hoftierärzten, Landwirten und Besamungstechnikern diagnostiziert und durch intrauterine Instillation desinfizierender Lösungen und/oder Verabreichen von Prostaglandin F_{2a} behandelt. Fruchtbarkeitsstörungen beinhalteten Tiere mit Anöstrie, Zysten und stiller Brunst, die meist einer entsprechenden Hormonbehandlung unterzogen wurden.

Stoffwechselklassen

Tiere, die in mindestens einer MLP Fettwerte von < 3 % oder > 5 % aufwiesen und gleichzeitig Proteingehalte < 3,2 % aufwiesen, erhielten den Status „subklinische Stoffwechselbelastung“. Unter „klinische Stoffwechselstörungen“ wurden Tiere mit klinisch auffälligen Ketosen und Azidosen bis zum 42. Laktationstag zusammengefaßt.

Eutergesundheitsklassen

Im Modell 6 wurden zwei verschiedene fixe Effekte der Eutergesundheitsklasse gebildet. Grundlage in beiden Ansätzen zur Einstufung als subklinisch auffällig waren die Definitionen zur Eutergesundheit vor dem Trockenstellen in Kapitel 3.3.2. Klinische Mastitiden wurden analog zu Kapitel 3.1.7.1 definiert. Tabelle 26 faßt die Eutergesundheitsdefinitionen in beiden Ansätzen des Modells zusammen.

Tabelle 26: Definitionen der Effektstufen in der Eutergesundheitsklasse im Modell 6

Effektstufe	Ansatz 1 klinische und subklinische Mastitis	Ansatz 2 subklinische Mastitis
1	subklinisch und klinisch o.b.B.	subklinisch o.b.B.
2	1x subklinisch auffällig	1x subklinisch auffällig
3	= 1x subklinisch auffällig und klinische Mastitis	2x subklinisch auffällig
4	2x subklinisch auffällig	
5	2x subklinisch auffällig und klinische Mastitis	